

Dugesiana, Año 23, No. 1, Enero-Junio 2016, es una publicación Semestral, editada por la Universidad de Guadalajara, a través del Centro de Estudios en Zoología, por el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Camino Ramón Padilla Sánchez # 2100, Nextipac, Zapopan, Jalisco, Tel. 37771150 ext. 33218, <http://www.revistascientificas.udg.mx/index.php/DUG/index>, [glenusmx@gmail.com](mailto:glenusmx@gmail.com). Editor responsable: José Luis Navarrete Heredia. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2009-062310115100-203, ISSN: 2007-9133, otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: José Luis Navarrete Heredia, Editor. Fecha de la última modificación 30 de junio 2016, con un tiraje de un ejemplar.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad de Guadalajara.

# DUGESIANA

ISSN 1405-4094

Volumen 23

Número 1



## Coleópteros necrócolos en cadáver de reptil, ave y mamífero en un Bosque de Pino perturbado y en una zona de cultivo de maíz en Zapopan, Jalisco, México

### Necrocolous beetles from reptile, bird and mammal's corpses from disturbed pine forest and corn crop in Zapopan, Jalisco, Mexico

López-Caro, Jessica Berenice, \*Georgina Adriana Quiroz-Rocha, José Luis Navarrete-Heredia y Benjamín Hernández

Entomología, Centro de Estudios en Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara. Apartado postal 134, 45100 Zapopan, Jalisco, México. \*gaquiroz@cucba.udg.mx. \*Autor para correspondencia.

#### RESUMEN

Se presenta información sobre la composición de especies de coleópteros asociados a cadáveres de reptil (*Iguana iguana* Linnaeus, 1758), de ave (*Columba livia* Gmelin, 1789), y de mamífero (*Rattus norvegicus albinus* Berkenhout, 1769); en bosque de pino perturbado (BP) y una zona de cultivo de maíz (ZC) en Zapopan, Jalisco, México. Los sitios se encuentran ubicados a 1668 y 1660 m snm de altitud respectivamente. Se colectaron 1,033 individuos; 787 en BP y 246 en ZC. En total se contabilizaron 59 morfoespecies, 26 compartidas, 14 exclusivas en BP y 19 en ZC; 18/20 en reptil, 28/28 en ave y 19/23 en mamífero respectivamente. La familia Leiodidae, seguida de Scarabaeidae fueron las más abundantes. Se encontraron diferencias significativas en las abundancias entre ambos sitios y entre cadáveres. ZC fue la más diversa; el cadáver de reptil en ZC fue el que presentó el mayor índice de diversidad, mientras que en BP fue el ave. Los coleópteros se agruparon como: necrobios, necrófilos depredadores, necrófilos saprófagos, necrófilos copronecrófagos, y necroxenos fitófagos, siendo los necrófilos depredadores los que presentaron mayor abundancia y riqueza específica.

**Palabras clave:** Coleoptera, necrócolos, cadáveres, diversidad.

#### ABSTRACT

Information on the composition of species of beetles associated with carcasses of reptile (*Iguana iguana* Linnaeus, 1758), bird (*Columba livia* Gmelin, 1789) and mammalian (*Rattus norvegicus albinus* Berkenhout, 1769) in disturbed pine forest (BP) and a corn crop area (ZC) in Zapopan, Jalisco, Mexico is presented. The collecting areas are located at 1,668 and 1,660 m aasl respectively. 1,033 individuals were collected; in BP 787 and 246 in ZC. 59 morphospecies were collected, 26 in both sites, 14 and 19 morphospecies were recorded exclusively in BP and in ZC respectively; 18/20 in reptile, bird 28/28 and, 19/23 in mammalian respectively. The beetles were grouped as: necrobious (necrophagous), necrophilous (predators, copronecrophagous and saprophagous) and necroxenes (herbivores), predators were the richest guild in species and abundance. The family Leiodidae, followed by Scarabaeidae were the most abundant. Considering the abundance there are significant differences between both sites and between kind carcass, however, the differences are not significant in terms of richness. ZC was the most diverse; reptile's body was in ZC which had the highest diversity index, while in BP was the bird.

**Key words:** Coleoptera, necrocolous, carcass, diversity.

El orden Coleoptera corresponde al grupo más diverso dentro del reino animal, así como de cualquier grupo de seres vivos. A nivel mundial se reconocen 210 familias, incluyendo aquellas representadas exclusivamente por fósiles (Bouchard *et al.* 2010). Hasta agosto de 2013 se tenían descritas 392,415 especies (Zhang 2013). Esta diversidad se ha atribuido, además de la evolución del vuelo y de sus ciclos de vida (Misof *et al.* 2014); a la presencia de élitros, alas modificadas que le dan protección a las alas membranosas y a las partes blandas del cuerpo, además de que evitan la pérdida de agua y otros líquidos vitales (Bouchard 2014), razón por la cual se encuentran en un gran variedad de ambientes y microhábitats (Kremen *et al.* 1993, Jansen 1997, Bouchard 2014), entre ellos, hojarasca, troncos, flores, hongos, frutos, animales en descomposición.

Los insectos que se encuentran asociados a cadáveres con frecuencia se designan indistintamente como necrófilos (Morón y Terrón 1984; Deloya *et al.* 1987; Jiménez-

Sánchez *et al.* 2000, entre otros) o necrófagos (Morón 1987). Sin embargo, Fichter (1949) establece de manera clara la diferencia entre necrofilia y necrofagia indicando: “*necrophily is often confused with necrophagy, and many reports indicate that the majority of coleopterous insects found in association with carrion are predatory, feeding on the dipterous larvae common to carrion, and that slightly decomposed carrion is preferred to that which is strongly decomposed*”. Con base en lo anterior y considerando el tipo de asociación que tienen los insectos con los cadáveres, en este trabajo se sigue la propuesta de considerar como necrócolos a los insectos que habitan en los cadáveres. Dentro de éstos se reconocen: necrobios (necrófago que su ciclo de vida depende de la carroña), necrófilos (depredadores que llegan a la carroña para alimentarse de otros organismos, saprófagos que se alimentan de materia orgánica en descomposición) y necroxenos (habitantes accidentales) (Labrador 2005, Naranjo-López y Navarrete-Heredia 2011), en el caso de los coleópteros se pueden



reconocer diferentes gremios tróficos en función de su preferencia alimentaria, conociéndose especies rizófagas, foliófagas, espermatófagas, micófagas y saprófagas (hongos, plantas y animales) (Navarrete-Heredia 2010 y Navarrete-Heredia *et al.* 2012).

En México los estudios sobre coleópteros necrócolos son generalmente inventarios con datos adicionales de historia natural o ecología, por ejemplo: Morón y Terrón (1984) (realizado en localidades del norte de Hidalgo), Morón y López-Méndez (1985) (en cafetales de Chiapas), Morón *et al.* (1986) (en localidades de la Reserva de la Biosfera Sian Kan, Quintana Roo), Deloya *et al.* (1987) (en sitios de Jojutla, Morelos), Acuña (2004) (localidades en la Sierra Norte de Puebla), Trevilla-Rebollar *et al.* (2010) (en el Estado de México), Jiménez-Sánchez *et al.* (2011) (en Malinalco, Estado de México). En estos trabajos se ha utilizado necrotrampas, en muchos casos, cebadas con calamar o pulpo. Una lista más amplia sobre los trabajos realizados sobre insectos necrócolos puede ser consultada en Rodríguez-Olivares *et al.* (2015).

Debido al conocimiento taxonómico apropiado de algunas familias de coleópteros necrócolos y a la estandarización de los métodos de estudio (Morón y Terrón 1984, Rodríguez y Navarrete-Heredia 2014), particularmente las especies pertenecientes a Scarabaeidae han sido consideradas para la interpretación y evaluación de la diversidad biológica local y regional (Halffter *et al.* 1992). En este contexto, ha sido posible determinar que la composición del ensamble de coleópteros necrócolos varía en función de la región geográfica, estación del año y tipo de vegetación.

El uso de cadáveres animales en muchos casos ha estado restringido a la utilización de cadáveres de cerdo debido en gran parte a que los estudios tienen un enfoque forense (Lannacone 2003, Battán-Horestein *et al.* 2005, Liria-Salazar 2006, Salazar-Ortega 2008, Martínez *et al.* 2009, Battán-Horestein *et al.* 2010, Ramos-Pastrana *et al.* 2014). Se encontró un trabajo que incluye información sobre insectos en cadáveres de animales silvestres para México: Sánchez-Álvarez y Cupul-Magaña (2012) quienes documentan la sucesión de moscas en cocodrilo americano, registrando la presencia de tres géneros de la familia Calliphoridae, por primera vez se documentó el proceso de colonización de moscas de esta familia sobre cadáveres de juveniles de cocodrilo americano. El trabajo se realizó en un relicto de vegetación de Bosque de Galería en Puerto Vallarta, Jalisco. Por otra parte, el trabajo clásico de Cornaby (1974) proporciona información sobre la sucesión del ensamble de insectos en cadáveres de iguana y sapo en un bosque tropical seco y húmedo de Costa Rica. En este estudio se registran especies de las familias Scarabaeidae, Staphylinidae e Histeridae. En el bosque seco se encontraron además especímenes de Dermestidae. De Jong y Chadwick (1999) utilizan conejos en Bosque de Coníferas a elevadas altitudes en Colorado, EUA y encuentran Scarabaeidae, Silphidae, Dermestidae y Leiodidae. Kocárek (2003) en un estudio con cadáveres de ratas realizado en Pradera y Bosque caducifolio en Opava, República Checa registra a 22 familias de Coleoptera, siendo las más abundantes Silphidae, Leiodidae y Staphylinidae en Pradera, mientras que en el Bosque caducifolio Trogidae, Cleridae, Dermestidae y Staphylinidae; las

agrupa en gremios tróficos: necrófagos de las familias Silphidae, Trogidae, Dermestidae y Nitidulidae; saprófagos como Hydrophilidae, Leiodidae y algunas especies de Staphylinidae; depredadores como Histeridae, Silphidae, Staphylinidae y Cleridae; accidentales como Carabidae, Silphidae, Leiodidae, Scydmaenidae, Staphylinidae, Pselaphidae, Anobidae, Rizophagidae, Nitidulidae, Cryptophagidae, Endomichidae y Latrididae.

Con base en lo anterior, en este trabajo se describe la composición y diversidad de coleópteros asociados a cadáver de reptil, de ave y de mamífero, en dos localidades ubicadas a una altitud similar pero con distinto tipo de vegetación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El trabajo de campo se realizó en dos sitios al norte del municipio de Zapopan, Jalisco: a) bosque de pino perturbado (BP) ubicado en el Bosque La Primavera (20°43'29.41"N y 103°30'53.32"O a 1,668 m snm) y, b) zona de cultivo de maíz (ZC) en el Campo Experimental del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), ubicado en el predio Las Agujas, Nextipac (20°44'39.55"N y 103°30'34.54" O a 1,660 m snm) (Fig. 1).

### Trabajo de campo y trabajo de gabinete

En cada sitio se colocaron tres charolas de plástico enterradas a nivel del suelo. A cada charola se adicionó una capa delgada de suelo. Por sitio se colocó un cadáver de reptil (R) [*Iguana iguana* (Linnaeus, 1758)], uno de ave (A) (*Columba livia* Gmelin, 1789) y uno de mamífero (M) (*Rattus norvegicus albinus* Berkenhout, 1769). Los cadáveres de las iguanas fueron donados por una tienda de mascotas, los de paloma se colectaron en las calles de la ciudad de Guadalajara, recién muertas y los de rata se solicitaron a un bioterio. Los ejemplares, se conservaron congelados hasta su ubicación en los sitios de estudio. El tiempo de congelación fue entre 12 y 30 días. En cada sitio, los cadáveres se colocaron con una separación de 100 metros entre sí. Se protegieron con malla de alambre, fijada al suelo con estacas, cubiertas con jabs de plástico y lonas para evitar su remoción e inundación (Figs. 2-5).

El muestreo se realizó durante 14 días consecutivos, del 10 al 23 de julio del 2012 (tiempo en el que se completó la descomposición de los cadáveres). Las colectas se realizaron entre las 7:00 y 9:00 horas. Se obtuvieron 84 muestras, seis por cada día de muestreo.

Los especímenes se colectaron de manera directa y se preservaron en alcohol al 70%. Posteriormente se separaron por morfoespecie, se montaron, etiquetaron y se determinaron hasta la categoría taxonómica inferior posible. Para la determinación de los ejemplares se utilizaron los trabajos de Delgado *et al.* (2000), Morón *et al.* (1997), Morón (2003), Navarrete-Heredia *et al.* (2002) y Navarrete-Heredia (2009). Las morfoespecies se ubicaron en gremios tróficos en función de su preferencia alimentaria: necrobios (N), necrófagos que se alimentan de animales muertos y su ciclo de vida depende de la carroña; depredadores (D), los que cazan a sus presas para alimentarse de ellas dentro de la carroña; saprófagos (S), los que se alimentan de cualquier tipo de materia orgánica en descomposición;



Figura 1. Sitios de muestreo. Bosque de pino perturbado (BP) en el Bosque La Primavera y zona de cultivo de maíz (ZC) en el Campo Experimental del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), predio Las Agujas, Nextipac.



Figuras 2-5. Cadáveres colocados en campo. 2. Reptil, 3. Ave, 4. Mamífero 5. Vista de la trampa protegida por una caja de plástico y lona para evitar saqueo e inundación; en el interior se localiza el cadáver.



copronecrófagos (C), los que se alimentan de excremento de vertebrados y/o de carroña si el recurso está disponible; fitófagos (F), los que se alimentan de cualquier parte de las plantas. (Morón *et al.* 1997; Arnet y Thomas 2001; Arnet *et al.* 2002; Navarrete-Heredia *et al.* 2002; Morón 2003; Pedraza *et al.* 2010).

Los ejemplares están depositados en la Colección Entomológica del Centro de Estudios en Zoología, Universidad de Guadalajara (CZUG).

### Análisis de datos

Para valorar el esfuerzo de muestreo, se obtuvo el porcentaje de diversidad observada respecto de la esperada con un análisis de Bootstrap para cada cadáver y sitio de muestreo. Para evaluar las diferencias entre las localidades y tipos de cadáver se realizaron pruebas de  $\chi^2$  contrastadas por: a) total de individuos colectados por localidad y cadáver y b) total de especies registradas por localidad y cadáver. Las diferencias entre gremios tróficos por localidad y tipo de cadáver se evaluaron con una prueba de ANOVA. Las pruebas se realizaron con ayuda del software R Core Team (2013).

La diversidad de Coleoptera en los cadáveres de cada tipo de vegetación se evaluó considerando el índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) y el índice de dominancia (1-D). Los análisis se realizaron en el programa PAST ver. 3.04 (Hammer *et al.* 2001). Para observar la estructura de la abundancia de las especies de coleópteros se generaron curvas de rango-abundancia por cadáver.

La similitud de los coleópteros asociados a cadáveres se evaluó con base en el índice de Morisita-Horn. Para contrastar la estructura de la coleópteroфаuna necrócola se realizó la prueba no paramétrica de escalamiento multidimensional (NMDS); para estos análisis se utilizó el paquete VEGAN en el software R (Oksanen *et al.* 2013 en R Core Team 2015).

## RESULTADOS

Se colectaron 1,033 adultos de Coleoptera correspondientes a 59 morfoespecies (Cuadro 1). Las especies pertenecen a 16 familias de las cuales Leiodidae fue la más abundante, seguida de Scarabaeidae; En BP las familias que presentaron mayor abundancia fueron Leiodidae (40%), Scarabaeidae (30%) y Staphylinidae (14%), mientras que en ZC correspondió a Histeridae (28%), Carabidae (26%) y Scarabaeidae (21%) (Fig. 6). De las 59 morfoespecies, 26 fueron compartidas en ambas localidades; En BP se colectaron 40 especies, 14 de éstas son exclusivas, mientras que en ZC fueron 45, de las cuales 19 son exclusivas, no se observaron diferencias significativas con respecto a la riqueza. ( $X^2=0.5827$ ,  $df=1$ ,  $P=0.4452$ ). Con base en el análisis no paramétrico de Bootstrap en todos los casos se obtuvo más del 80% de la riqueza esperada, excepto en el cadáver de mamífero de ZC en el que se colectó el 78%. La abundancia por zona de estudio muestra valores contrastantes con diferencias significativas ( $X^2=296.40$ ,  $df=1$ ,  $P=2.2E-16$ ) (Cuadro 2): en BP se colectaron 787 individuos mientras que en ZC sólo 246.

En BP la mayor riqueza se presentó en el cadáver de ave con 28 especies, seguido del cadáver de mamífero y el reptil con 19 y 18 respectivamente. La abundancia presenta

un patrón similar: ave (489 individuos), mamífero (172) y reptil (126). Entre los cadáveres de esta localidad no hay diferencia significativa en cuanto a la riqueza de especies pero sí en cuanto a sus abundancias ( $X^2=297.80$ ,  $df=2$ ,  $P=2.2E-16$ ). Este patrón de riqueza y abundancia fue similar para los cadáveres ubicados en ZC: ave (28 especies, 111 individuos), mamífero (23 con 96) y reptil (20 con 39) ( $X^2=47.2521$ ,  $df=2$ ,  $P=2.2E-16$ ).

Al considerar la riqueza y abundancia por tipo de cadáver, las diferencias significativas se encontraron exclusivamente a nivel de abundancia [Reptiles ( $X^2=59.079$ ,  $df=1$ ,  $P=2.2E-16$ ), aves ( $X^2=238.14$ ,  $df=1$ ,  $P=2.2E-16$ ) y mamíferos ( $X^2=20.9108$ ,  $df=1$ ,  $P=2.2E-16$ )].

En ZC se presentó la mayor diversidad y equitatividad (Cuadro 1 y 2). En BP el cadáver de ave presentó la mayor diversidad de coleópteros necrócolas; se encontró que hay diferencias significativas entre la diversidad presente en el ave con respecto a la del reptil ( $t_{A-R}=-2.6286$ ,  $p=0.0092$ ), pero no entre la del ave y el mamífero y la del reptil con el mamífero ( $t_{A-M}=-1.80$ ,  $p=0.07$ ;  $t_{R-M}=-0.85$ ,  $p=0.39$ ). En ZC, la mayor diversidad se observó en el cadáver de reptil, y no se encontraron diferencias significativas entre los cadáveres ( $t_{A-R}=0.02$ ,  $p=0.98$ ;  $t_{R-M}=-0.19$ ,  $p=0.84$ ;  $t_{A-M}=0.24$ ,  $p=0.80$ ).

Los valores de diversidad entre los tipos de cadáver de cada zona de estudio muestran diferencias significativas en las aves ( $t=-3.41$ ,  $p=0.0007$ ), pero no entre los reptiles y los mamíferos ( $t_R=4.21$ ,  $p=5.4908E-05$ ;  $t_M=-4.6831$ ,  $p=4.6587E-06$ ).

La composición por gremios tróficos presentó una dominancia de morfoespecies depredadoras (33 spp.), seguido de las especies necrobias (10 spp.), saprófagas (6 spp.), copro-necrófagas (2 spp.) fitófagas (8 spp.) (Cuadro 1 y 3).

La proporción de morfoespecies por gremio trófico en cada uno de los cadáveres de ambos tipos de vegetación mostró diferencias significativas ( $F_{gremio}=50.98$ ,  $df=4$ ,  $P=8.148E-11$ ), siendo los necrófilos depredadores el gremio que presentó el mayor número de morfoespecies ( $13 \pm 2.6$ ), seguida de los necrobios ( $3.5 \pm 2$ ), necrófilos saprófagos [ $(4 \pm 0.83$  de los cuales: necrófilos copro-necrófagos ( $1.5 \pm 0.83$ )] y necroxenos fitófagos ( $2 \pm 1.6$ ). Por tipo de vegetación y entre cada uno de los cadáveres no hay diferencias significativas (Fig. 7).

Las curvas de rango-abundancia muestran un patrón de equitatividad para la zona de cultivo y de dominancia para el bosque de pino. En este contexto las especies necrobias y necrófilas saprófagas juegan un papel relevante debido a su asociación estrecha con los cadáveres (Fig. 8). Para ZC las especies más relevantes son: *Coprophanaeus pluto*, *Ptomaphagus* sp., *Copris klugi*, *Dichotomius amplicollis*, *Trox* sp. y la morfoespecie de Dermestidae. Por el contrario, en BP las especies fueron: *Ptomaphagus* sp., *Oniticellus rhinocerus*, *Copris klugi*, *Oxelytrum discicollis*, *Trox* sp., *Dichotomius amplicollis*, *Nicrophorus olidus*, *Deltotichilum scabrisculum* y *Coprophanaeus pluto*.

Con base en el índice de Morisita-Horn se observa una clara separación en la composición del ensamble de coleópteros por tipo de vegetación más que por tipo de cadáver. En ambos casos, la mayor similitud se presenta entre los cadáveres de ave y mamífero, con los valores más altos para el bosque de pino (Fig. 9).

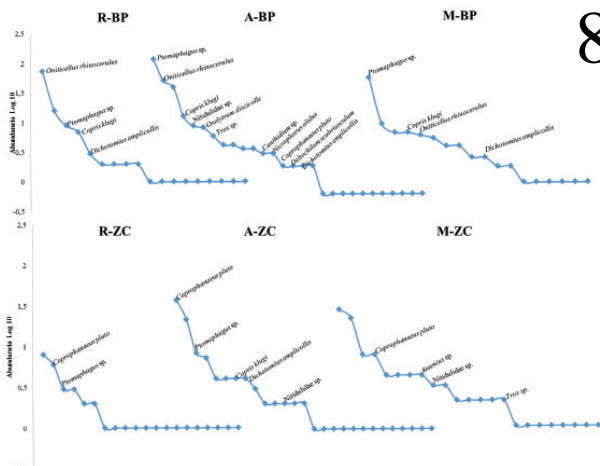
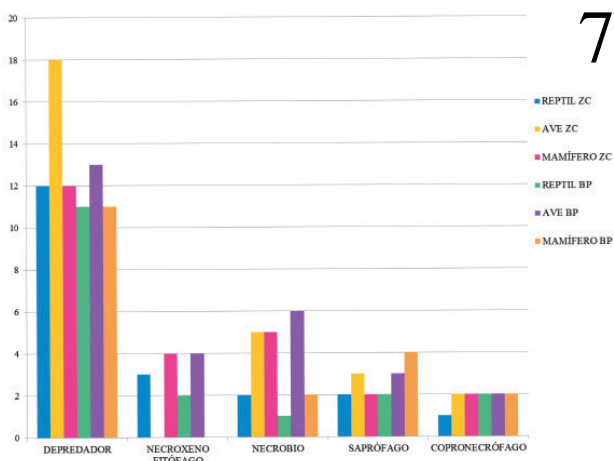
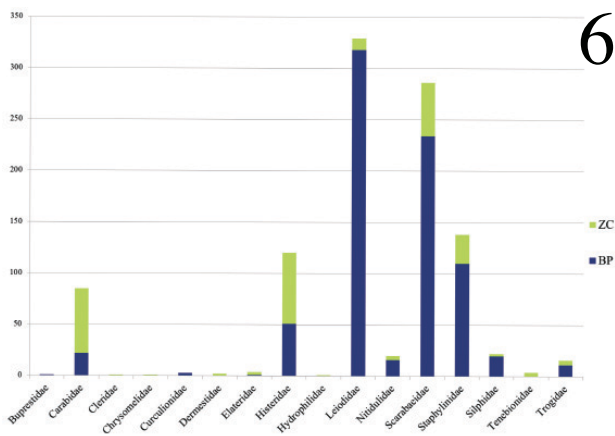


Figura 6. Abundancia por familia de Coleoptera asociados a cadáveres en dos tipos de vegetación (BP. Bosque de Pino perturbado; ZC. Zona de Cultivo de maíz). Figura 7. Gremios tróficos. BP. Bosque de Pino perturbado; ZC. Zona de Cultivo de maíz. Figura 8. Rango-abundancia R. reptil, A. ave, M. mamífero. BP. Bosque de Pino perturbado; ZC. Zona de Cultivo de maíz.

El análisis de NMDS (Fig. 10) muestra que la estructura de la comunidad de coleópteros asociados a los diferentes tipos de cadáveres está determinada por las especies exclusivas que se encontraron en ellos, siendo 19 en ZC y 14 en BP, cabe destacar dos aspectos, del 75 % estas morfoespecies sólo se colectó un ejemplar, en ZC el 60 % de

ellas son depredadores, el 23 % son necrobios o saprófagos y el 17 % son fitófagos necroxenos, mientras que en BP los porcentajes son 70 %, 10 %, 20 % respectivamente.

## DISCUSIÓN

Los estudios sobre coleópteros necrócolos en México muestran una marcada preferencia por el uso de necrotrampas cebadas con calamar, pulpo, pescado o vísceras de pollo. Ocasionalmente se han utilizado otros modelos animales, como por ejemplo cerdos (Quiroz-Rocha *et al.* 2008) o cocodrilos (Sánchez-Álvarez y Cupul-Magaña 2012), además de muestrear en zonas con un gradiente altitudinal. Nuestro trabajo incorporó modelos animales que con frecuencia pueden encontrarse en los ambientes de estudio: reptiles, aves o mamíferos, además de haber sido realizado en condiciones similares de altitud.

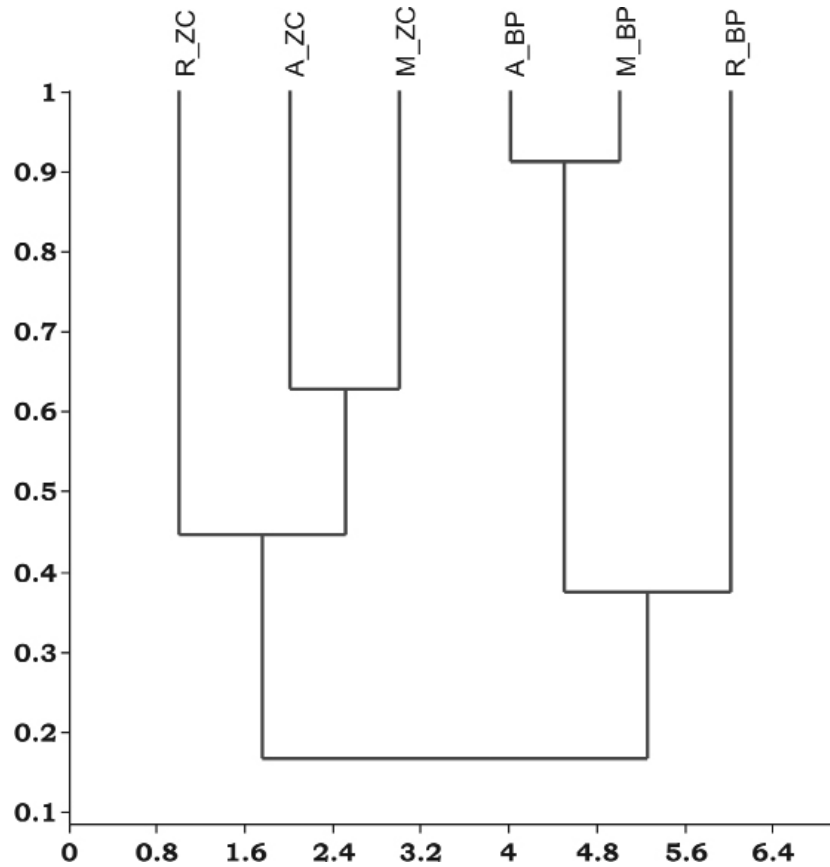
En este contexto, un aspecto relevante de los datos indican que el esfuerzo de muestreo es el adecuado por arriba del 80%, excepto en el caso del cadáver de mamífero de ZC en el que solo se colectó el 78%; cabe resaltar que la carroña es un recurso efímero y discontinuo en el espacio y tiempo (Favila 2001), por lo que no se puede aumentar el esfuerzo de muestreo.

Los resultados obtenidos muestran que independientemente del tipo de cadáver que se utilice, no hay diferencias significativas en cuanto a la riqueza específica (entre sitios, entre cadáveres de cada sitio y entre cadáveres similares colocados en cada uno de los sitios). Sin embargo, las diferencias se presentan a nivel de dominancia. En general, el bosque de pino presenta mayor número de individuos y el cadáver de ave presentó la mayor riqueza y abundancia. Un trabajo similar realizado en la región de Mascota, Jalisco, mostró patrones similares, pero a diferencia de aquel, el número de especies de Scarabaeidae fue menor tanto en diversidad como en abundancia. Parte de esas diferencias pueden atribuirse al tamaño y al tipo de cadáver utilizado: cerdo en lugar de ave, reptil o mamífero (Quiroz-Rocha 2008).

A pesar de que en ambientes arbolados o zonas forestales se han encontrado sitios con pocas especies necrócolas (González-Hernández *et al.* 2015), la idea generalizada sugiere una mayor diversidad en ambientes forestales. Considerando a las zonas de estudio como bosque (bosque de pino) y zona intervenida (cultivo de maíz), en términos de abundancia se confirmó la presencia de más especímenes para el bosque de pino; sin embargo, el valor de diversidad fue mayor en la zona de cultivo debido a la mayor equitatividad de las especies colectadas. La posible explicación es lo encontrado en el Santuario de Bosque de Niebla (SBN), que a pesar de ser un remanente de bosque mesófilo de montaña conserva una alta riqueza específica de escarabajos Scarabaeinae y Silphidae, sin embargo, al parecer en el SBN, no existe una suficiente fauna de vertebrados u otros agentes que pudieran facilitar una mayor disponibilidad de excremento que aseguren una mayor riqueza y abundancia de especies de escarabajos coprófagos (Cruz 2015), en el caso de ZC, se puede deber a que no hay suficiente disponibilidad de recurso de carroña para que la abundancia de algunas de las especies necróbias y necrófilas sea dominante.

La zona de cultivo al ser un espacio abierto y perturbado, permite la presencia de ciertas especies como

9



10

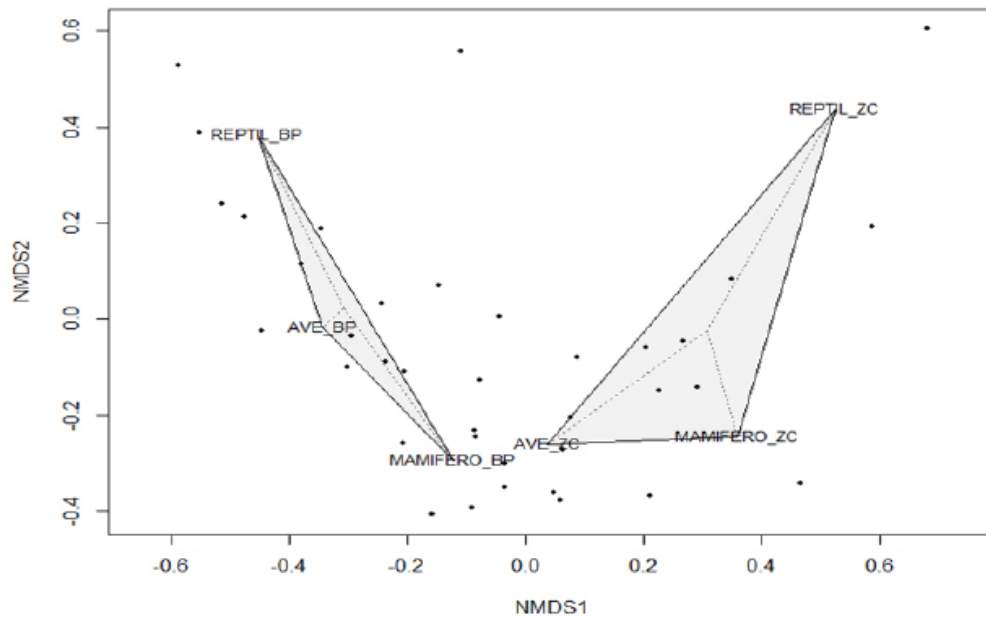


Figura 9. Dendrograma de similitud de Morisita. BP. Bosque de Pino perturbado; ZC. Zona de Cultivo de maíz. Figura 10. Prueba no paramétrica de escalamiento multidimensional (NMDS); BP. Bosque de Pino perturbado; ZC. Zona de Cultivo de maíz.

*Thanatophilus truncatus* que se ha reportado en este tipo de zonas (Anderson y Peck 1985; Quiroz-Rocha 2008) y mayor número de especies depredadoras.

Como en otros estudios (De Jong 1999, Kocárek 2003), la mayor abundancia tiene una marcada influencia de parte

de las especies necrobias y saprófagas, pero la riqueza muestra valores mayores para el gremio de especies necroxenas. En este contexto, las especies pertenecientes a las familias Leiodidae, Dermestidae, Silphidae, Scarabaeidae y Trogidae son las más relevantes.

Las especies necrófilas no son específicas sobre un tipo de carroña (Kocárek 2003). Con base en índice de Morisita-Horn se observa una clara separación en la composición del ensamble de coleópteros por tipo de vegetación más que por tipo de cadáver. En ambos casos, la mayor similitud se presenta entre los cadáveres de ave y mamífero, con los valores más altos para el bosque de pino. Este trabajo coincide con la propuesta de Quiroz-Rocha *et al.* (2008) donde mencionan que las diferencias del ensamble de coleópteros necrócolos están en función del tipo de vegetación o características del ambiente más que en función de la altitud como ha sido sugerido en otros trabajos (Deloya *et al.* 1987, Morón y Terrón 1984, Jiménez-Sánchez *et al.* 2000, Acuña 2004).

Farwig *et al.* (2014) mencionan que localidades con temperaturas bajas incrementa la dominancia de ciertas especies y hay menor número de especies con hábitos necrófagos. Es recomendable el uso de variables ambientales para determinar los factores que influyen en los patrones de diversidad. Además de realizar más estudios exhaustivos para evaluar la posible preferencia hacia un tipo de cadáver de aquellas especies que entran en la categoría de los necrobios y necrófilos saprófagos dada su importancia como degradadores en los ecosistemas.

#### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó como parte del proyecto Fauna Urbana y Periurbana: Diversidad y distribución, apoyado por PROMEP. La primera autora fue becaria de dicho proyecto. Se agradece a los revisores anónimos por sus comentarios al manuscrito.

#### LITERATURA CITADA

- Acuña, J.A. 2004. *Coleópteros necrófilos (Scarabaeidae, Silphidae, Staphylinidae e Histeridae) de la Sierra Norte de Puebla, México*. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de México, Estado de México, México.
- Anderson, R.S. and S. B. Peck. 1985. *The insects and arachnids of Canada and Alaska, part 13. The carrion beetles of Canada and Alaska (Coleoptera: Silphidae and Agyrtidae)*. Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa, Publication 1778 (North American species, Keys).
- Arnett, R. H. and M. C. Thomas. (eds.). 2001. American beetles. Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia, vol. 1. CRC, Boca Raton, Florida.
- Arnett, R. H., M. C. Thomas, P. Skelley and J. H. Frank. (eds.). 2002. American beetles. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, vol. 2. CRC, Boca Raton, Florida.
- Battán-Horenstein, M., M. I. Arnaldos, B. Rosso y M. D. García. 2005. Estudio preliminar de la comunidad sarcosaprófaga en Córdoba (Argentina): aplicación a la entomología forense. *Anales de Biología*, 27: 191-201.
- Battán-Horenstein, M., X. Linhares, B. Rosso De Ferrada and D. García. 2010. Decomposition and dipteran succession in pig carrion in central Argentina: ecological aspects and their importance in forensic science. *Medical and Veterinary Entomology*, 24:16-25.
- Bouchard, P., Y. Bousquet, A.E. Davies, M.A. Alonso-Zarazaga, J.F. Lawrence, C.H.C. Lyal, A.F. Newton, C.A.M. Reid, M. Schmitt, S.A. Ślipiński and A.B.T. Smith. 2010. Family-group names in Coleoptera (Insecta). *ZooKeys*, (88): 1-972.
- Bouchard, P. 2014. *The Book of Beetles*. University of Chicago, Chicago.
- Cornaby, B. W. 1974. Carrion Reduction by Animals in Contrasting Tropical Habitats. *Biotropica*, 6 (1): 51-63.
- Cruz, V. 2015. *Diversidad de Coleópteros Copro-Necrófagos (Scarabaeidae, Scarabaeinae) y Necrófagos (Silphidae) del Santuario de Bosque de Niebla "Francisco Javier Clavijero", Xalapa, Veracruz*. Tesis Licenciatura, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz.
- De Jong, G.D. and J. W. Chadwick. 1999. Decomposition and Arthropod succession on exposed rabbit carrion during summer at high altitude in Colorado, USA. *Journal of Medical Entomology*, 36 (6): 833-845.
- Delgado, L., A. Pérez y J. Blackaller. 2000. Claves para determinar a los taxones genéricos y supragenéricos de Scarabaeoidea Latreille, 1802 (Coleoptera) de México. *Folia Entomológica Mexicana*, (110): 33-87.
- Deloya, C., G. Ruíz-Lizárraga y M.A. Morón. 1987. Análisis de la entomofauna necrófila de la Región de Jojutla, Morelos, México, México. *Folia Entomológica Mexicana*, (73): 157-171.
- Farwig, N., R. Brandl, S. Siemann, F. Wiener y J. Müller. 2014. Decomposition rate of carrion is dependent on composition not abundance of the assemblages of insect scavengers. *Oecologia*, 175 (4): 1291-1300.
- Favila, M. E. 2001. Historia de vida y comportamiento de un escarabajo necrófago: *Canthon cyanellus cyanellus* LeConte (Coleoptera: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana*, (40): 245-278.
- Fichter, G. S. 1949. Necrophily vs. Necrophagy. *Ohio Journal of Science*, 49 (5): 201-204.
- González-Hernández, A. L., J. L. Navarrete-Heredia, G. A. Quiroz-Rocha y C. Deloya. 2015. Coleópteros necrócolos (Scarabaeidae: Scarabaeinae, Silphidae y Trogidae) del Bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86 (3): 764-770.
- Halffter, G., M.E. Favila and V. Halffter. 1992. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forest and derived ecosystems. *Folia Entomológica Mexicana*, (84): 131-156.
- Hammer, O., D. A. T. Harper and D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*, 4: 9.
- Jansen, A. 1997. Terrestrial invertebrate community structure as an indicator of the success of a tropical rainforest restoration project. *Restoration Ecology*, 5 (2): 115-124.
- Jiménez-Sánchez, E., O.M. Juárez-Gaytán y J.R. Padilla-Ramírez. 2011. Estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) necrófilos de Malinalco, Estado de México. *Dugesiana*, 18 (1): 73-84.
- Jiménez-Sánchez, E., J.L. Navarrete-Heredia y J.R. Padilla-Ramírez. 2000. Estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) necrófilos de la Sierra de Nanchititla,



- Estado de México, México. *Folia Entomológica Mexicana*, (108): 53-78
- Kocárek, P. 2003. Decomposition and Coleoptera succession on exposed carrion of small mammal in Opava, the Czech Republic. *European Journal of Soil Biology*, 39 (1): 31-45.
- Kremen, C., R.Colwel, T.Erwin, , D.Murphy, , R.Noss and M.Sanjayan, 1993. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology*, 7 (4): 796-807.
- Labrador, G. 2005. *Coleópteros necrófilos de México: Distribución y diversidad*. Trabajo monográfico de Actualización Licenciatura en Biología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco.
- Lannacone, J. 2003. Artropofauna de importancia forense en un cadáver de cerdo en el Calao, Perú. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20 (1): 85-90.
- Liria-Salazar, J. 2006. Insectos de importancia forense en cadáveres de ratas, Carabobo-Venezuela. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 23 (1): 33-38.
- Martínez, H., F. Jaramillo., J. Escoto., M. L. Rodríguez., F. A. Posadas y I. E. Medina. 2009. Estudio comparativo preliminar de la sucesión de insectos necrófagos en *Sus scrofa* intoxicado con paratión metílico, en tres periodos estacionales. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 40 (3): 5-10.
- Misof B., S. Liu, K. Meusemann, R. S. Peters, A. Donath, C. Mayer, P.B. Frandsen, J. Ware, T. Flouri, R. G. Beutel, O. Niehuis, M. Petersen, F. Izquierdo-Carrasco, T. Wappler, J. Rust, A. J. Aberer, U. Aspöck, H. Aspöck, D. Bartel, A. Blanke, S. Berger, A. Böhm, T. R. Buckley, B. Calcott, J. Chen, F. Friedrich, M. Fukui, M. Fujita, C. Greve, P. Grobe, S. Gu, Y. Huang, L. S. Jermin, A. Y. Kawahara, L. Krogmann, M. Kubiak, R. Lanfear, H. Letsch, Y. Li, Z. Li, J. Li, H. Lu, R. Machida, Y. Mashimo, P. Kapli, D. D. McKenna, G. Meng, Y. Nakagaki, J. L. Navarrete-Heredia, M. Ott, Y. Ou, G. Pass, L. Podsiadlowski, H. Pohl, B. M. Von Reumont, K. Schütte, K. Sekiya, S. Shimizu, A. Slipinski, A. Stamatakis, W. Song, X. Su, N. U. Szucsich, M. Tan, X. Tan, M. Tang, J. Tang, G. Timelthaler, S. Tomizuka, M. Trautwein, X. Tong, T. Uchifune, M. G. Walz, B.M. Wiegmann, J. Wilbrandt, B. Wipfler, T. K. F. Wong, Q. Wu, G. Wu, Y. Xie, S. Yang, Q. Yang, D. K. Yeates, K. Yoshizawa, Q. Zhang, R. Zhang, W. Zhang, Y. Zhang, J. Zhao, C. Zhou, L. Zhou, T. Ziesmann, S. Zou, Y. Li, X. Xu, Y. Zhang, H. Yang, J. Wang, J. Wang, K. M. Kjer and X. Zhou. 2014. Phylogenomics resolves the timing and pattern of insect evolution. *Science*, 346 (6210): 763-767.
- Morón, M.A. 1987. The carrion Scarabaeinae beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) from a coffee plantation in Chiapas, Mexico: habits and phenology. *Coleopterists Bulletin*, 41 (3): 225-232.
- Morón, M. A. 2003. *Familia Scarabaeidae*. P.p. 19-74. En: M. A. Morón (ed.). *Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia. Vol. II. Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae*. Argania Editio, Barcelona.
- Morón, M.A. y R.A. Terrón. 1984. Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la Sierra Norte de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s), (3):1-47.
- Morón, M.A., y J.A. López-Méndez. 1985. Análisis de la entomofauna necrófila de un cafetal en el Soconusco, Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana*, (63):47-59.
- Morón, M.A., J.F. Camal y O. Canul. 1986. Análisis de la entomofauna necrófila del área norte de la Reserva de la Biosfera "Sian Ka'an", Quintana Roo, México. *Folia Entomológica Mexicana*, (69): 83-98.
- Morón, M. A., B.C. Ratcliffe y C. Deloya. 1997. *Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia. Vol. I. Familia Melolonthidae*. Comisión Nacional para el uso y Conocimiento de la Biodiversidad, Sociedad Mexicana de Entomología, México, D.F.
- Naranjo-López, A.G. y J. L. Navarrete-Heredia. 2011. Coleópteros necrócolos (Histeridae, Silphidae y Scarabaeidae) en dos localidades de Gómez Farias, Jalisco, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 37 (1): 103-110.
- Navarrete-Heredia J.L. 2009. *Silphidae (Coleoptera) de México: Diversidad y distribución*. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.
- Navarrete-Heredia J.L. 2010. Importancia y diversidad de los escarabajos (Coleoptera) (sic). 3C *Conocimiento+Cultura+Ciencia*, (4): 61-74.
- Navarrete-Heredia, J. L., A. F. Newton, M. K. Thayer, J.S. Ashe y D.S. Chandler. 2002. *Guía Ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México. Illustrated guide to the genera of Staphylinidae (Coleoptera) of México*. Universidad de Guadalajara-CONABIO, D.F., México, D.F.
- Navarrete-Heredia, J.L., C. I. Sainz-Medina, A. L. González-Hernández, G. A. Quiroz-Rocha, A. Hernández, M. Vásquez-Bolaños, D. Vega-Romero, B. Hernández-Márquez. 2012. Coleópteros necrócolos del Bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, México. *Dugesiana*, 19 (2): 157-162.
- Oksanen, J., F. G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, P. R. Minchin, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. Henry, H. Stevens and H. Wagner. 2013. Vegan: Community Ecology Package. R package versión 2.0-7. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>. Fecha de consulta: 15/02/2016.
- Pedraza, M. C., Márquez, J. y Gómez-Anaya, J. A. 2010. Estructura y composición de los ensamblajes estacionales de coleópteros (Insecta: Coleoptera) del Bosque Mesófilo de Montaña en Tlanchinol, Hidalgo, México, recolectados con trampas de intercepción de vuelo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81 (2):437-456.
- Quiroz-Rocha G.A. 2008. *Composición y diversidad de Silphidae y Scarabaeinae (Coleoptera) necrócolos en Bosque de pino encino y Bosque mesófilo de montaña de Mascota, Jalisco. México*. Tesis Doctorado en Ciencias (Ecología). CUCBA. Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco.
- Quiroz-Rocha G.A., J.L. Navarrete-Heredia y P.A. Martínez-Rodríguez. 2008. Especies de Scarabaeinae

- (Coleoptera: Scarabaeidae) y Silphidae (Coleoptera) necrófilas de Bosque de Pino-Encino y Bosque Mesófilo de Montaña en el Municipio de Mascota, Jalisco, México. *Dugesiana*, 15 (1): 27-37.
- R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>. Fecha de consulta: 15/02/2016.
- Ramos-Pastrana, Y. Velasquez-Valencia, A. y Wolff, M. 2014. Preliminary study of insects associated to indoor body decay in Colombia. *Revista Brasileira de Entomologia*, 58 (4) 326-332.
- Rodríguez-Olivares, K. P., S. Quijas., F.G. Cupul-Magaña y J. L. Navarrete-Heredia. 2015. Literatura científica sobre artrópodos asociados a cadáveres: estudio observacional. *Acta Universitaria*, 25 (6): 3-12.
- Rodríguez, W. D. y J. L. Navarrete-Heredia. 2014. Modificación de la necrotrampa permanente (NTP-80) para la recolecta de estafilínidos necrócolos (Coleoptera: Staphylinidae) y aspectos metodológicos para estudio sistemáticos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, (55): 147-152.
- Salazar-Ortega, J. 2008. Estudio de la entomofauna sucesional asociada a la descomposición de un cadáver de cerdo doméstico (*Sus scrofa*) en condiciones de campo. Colombia. *Revista de la Facultad de Ciencias Universitas Scientiarium*, 13 (1): 21-32.
- Sánchez-Álvarez G. y F. G. Cupul-Magaña. 2012. Sobre la presencia de moscas califóridas (Diptera: Calliphoridae) en cadáveres de juveniles de cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) en Puerto Vallarta, Jalisco. *Biocyt*, 5 (19): 353-357.
- Trevilla-Rebollar, A., C. Deloya y J.R. Padilla-Ramírez. 2010. Coleópteros necrófilos (Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae) de Malinalco, Estado de México, México. *Neotropical. Entomology*, 39 (4): 486-495.
- Zhang, Z. Q. 2013. Phylum Arthropoda. *Zootaxa*, 3703 (1): 17-26.

Fecha de recibido: 9 de diciembre de 2015

Fecha de aceptado: 1 de marzo de 2016



Cuadro 1. Morfoespecies de Coleoptera colectadas en cadáveres de reptil (R), ave (A) y mamífero (M), en Zona de Cultivo de Maíz (ZC), Bosque de Pino Perturbado (BP), y gremio trófico (GT) al que pertenecen: N-necrobio, D- depredador, S-saprófago, C-copro-necrófago, F-fitófago.

FAMILIAS	MORFOESPECIES	G T	R BP	A BP	M BP	R ZC	A ZC	M ZC
<b>Buprestidae</b>	Buprestidae sp.	F	1					
<b>Carabidae</b>	Carabidae sp. 1	D	1				1	
	Carabidae sp. 2	D		1				
	Carabidae sp. 3	D	2	7		2	34	18
	Carabidae sp. 4	D		1			2	1
	Carabidae sp. 5	D	1		5			
	Carabidae sp. 6	D			1			
	Carabidae sp. 7	D	2			1		
	Carabidae sp. 8	D						1
	Carabidae sp. 9	D					1	
	Carabidae sp. 10	D					1	
	Carabidae sp. 11	D		1				
	Carabidae sp. 12	D				1		
<b>Cleridae</b>	Cleridae sp.	D				1		
<b>Chrysomelidae</b>	Chrysomelidae sp.	F						1
<b>Curculionidae</b>	Curculionidae sp.	F	2	1				
<b>Dermestidae</b>	Dermestidae sp.	N				1		1
<b>Elateridae</b>	Elateridae sp.	F		1		1		2
<b>Histeridae</b>	Histeridae sp. 1	D		1	9		2	2
	Histeridae sp. 2	D			7		4	4
	Histeridae sp. 3	D		6	5		3	4
	Histeridae sp. 4	D	1	6	1		1	7
	Histeridae sp. 5	D	2	7	3	2	4	2
	Histeridae sp. 6	D	1	1		1	2	24
	Histeridae sp. 7	D					1	
	Histeridae sp. 8	D			1	1	1	4
<b>Hydrophilidae</b>	Hydrophilidae sp.	S					1	
<b>Leiodidae</b>	<i>Ptomaphagus</i> sp.	S	9	210	99	3	8	
<b>Nitidulidae</b>	Nitidulidae sp.	S		15	1		1	3
<b>Scarabaeidae</b>	<i>Anomala</i> sp.	F		1				1
	<i>Ataenius</i> sp.	S			1			4
	<i>Cyclocephala lanulata</i>	F				1		1
	<i>Phyllophaga</i> sp.	F		1				
	<i>Xyloryctes thestalus</i>	F				1		
	<i>Canthidium</i> sp.	N		5				

	<i>Onthophagus</i> sp.	<i>N</i>					1	
	<i>Copris klugi</i>	<i>C</i>	7	22	9	1	4	
	<i>Coprophanaeus pluto</i>	<i>N</i>		3		6	20	7
	<i>Deltochilum scabriusculum</i>	<i>N</i>		3	1		1	
	<i>Dichotomius amplicollis</i>	<i>C</i>	3	3	3		4	
	<i>Oniticellus rhinocerulus</i>	<i>S</i>	74	90	8			
<b>Staphylinidae</b>	<i>Belonuchus</i> sp.	<i>D</i>	16	69	13	8	7	3
	<i>Oxytellinae</i> sp.	<i>D</i>				1		
	<i>Philonthus</i> sp. 1	<i>D</i>			2	1	1	2
	<i>Philonthus</i> sp. 2	<i>D</i>	1	3			1	
	<i>Philonthus</i> sp. 3	<i>D</i>			2		1	
	<i>Philonthus</i> sp. 4	<i>D</i>	1					
	<i>Philonthus</i> sp. 5	<i>D</i>				1		
	<i>Platydracus</i> sp.	<i>D</i>		1				
	<i>Styngetus adrianae</i>	<i>D</i>					1	
	<i>Sepedophilus</i> sp. 1	<i>D</i>	1					
	<i>Xantholininae</i> sp.	<i>D</i>				1		
	<i>Xenopygus analis</i>	<i>D</i>		1				
<b>Silphidae</b>	<i>Nicrophorus olidus</i>	<i>N</i>	1	5				
	<i>Oxelytrum discicolle</i>	<i>N</i>		14				1
	<i>Thanatophilus truncatus</i>	<i>N</i>					1	
<b>Tenebrionidae</b>	<i>Tenebrionidae</i> sp.	<i>S</i>				4		
<b>Trogidae</b>	<i>Omorgus</i> sp.	<i>N</i>						1
	<i>Trox</i> sp.	<i>N</i>		10	1		2	2

Cuadro 2. Índices de riqueza y diversidad por tipo de vegetación. Zona de Cultivo de Maíz (ZC), Bosque de Pino Perturbado (BP) y por tipo de cadáver. Reptil (R), ave (A) y mamífero (M).

	BP	ZC	R_BP	A_BP	M_BP	R_ZC	A_ZC	M_ZC
Riqueza_S	40	45	18	28	19	20	28	23
Abundancia	787	246	126	489	172	39	111	96
S Estimada Bootstrap	47.12	54.62	22.05	32.72	27.21	25.60	34.85	23.27
% S est. Bootstrap	82.39	84.89	81.65	85.57	81.63	84.53	80.34	78.13
Dominance_D	0.23	0.10	0.37	0.24	0.35	0.10	0.14	0.12
Shannon_H	2.08	2.93	1.62	1.97	1.76	2.67	2.53	2.56
Equitability_J	0.56	0.77	0.56	0.59	0.60	0.89	0.77	0.82

Cuadro 3. Número de morfoespecies por gremio trófico por cadáver y tipo de vegetación. Reptil (R), ave (A) y mamífero (M), en Zona de Cultivo de Maíz (ZC) y Bosque de Pino Perturbado (BP).

	R ZC	A ZC	M ZC	R BP	A BP	M BP	BP	ZC
<b>DEPREDADOR</b>	12	18	12	11	13	11	23	26
<b>FITÓFAGO</b>	3	0	4	2	4	0	5	5
<b>NECROBIO</b>	2	5	5	1	6	2	6	8
<b>SAPRÓFAGO</b>	2	3	2	2	3	4	4	4
<b>COPRONECRÓFAGO</b>	1	2	0	2	2	2	2	2

## Una especie nueva de avispa gallicola para México: *Andricus sphaericus* Pujade-Villar n. sp. (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini)

### A new species of gall wasp from Mexico: *Andricus sphaericus* Pujade-Villar n. sp. (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini)

Juli Pujade-Villar\*, Miriam Serrano-Muñoz\*\*, Rosa D. García-Martíñón\*\*\*, Gabriel A. Villecas-Guzmán\*\*, Armando Equihua-Martínez\*\*\*, Edith G. Estrada-Venegas\*\*\* & Mar Ferrer-Suay\*\*\*\*

\* Universitat de Barcelona, Facultat de Biologia, Departament de Biologia Animal, Avda. Diagonal 645, 08028-Barcelona (Spain). E-mail: [jpujade@ub.edu](mailto:jpujade@ub.edu); \*\* Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, col. Santo Tomás, Miguel Hidalgo, C.P. 11340, México. D.F. E-mail: [drams.10@hotmail.com](mailto:drams.10@hotmail.com), [gabrill@yahoo.com](mailto:gabrill@yahoo.com); \*\*\* Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados, 56230 Montecillo, Texcoco, Estado de México (México). E-mails: [equihuaa@colpos.mx](mailto:equihuaa@colpos.mx); [estradae@colpos.mx](mailto:estradae@colpos.mx); [delisgama@live.com.mx](mailto:delisgama@live.com.mx); \*\*\*\* American Museum of Natural History, Central Park West at 79th Street, New York, NY 10024, USA. E-mail: [mar.ferrer.duay@gmail.com](mailto:mar.ferrer.duay@gmail.com)

#### RESUMEN

Se describe una nueva especie de cinípido gallicola de México, *Andricus sphaericus* Pujade-Villar n. sp., solo conocida por su forma sexual. Induce agallas en las hojas de *Quercus rugosa* Née y *Q. obtusata* Humb. & Bonpl. (Fagaceae). Representa la segunda colecta de una generación sexual del género *Andricus* Hartig para México. Se proporcionan datos referidos a la diagnosis, distribución y biología de esta nueva especie.

**Palabras clave:** Hymenoptera, Cynipidae, *Andricus*, nueva especie, *Q. rugosa*, México.

#### ABSTRACT

A new species of oak gall wasp, *Andricus sphaericus* Pujade-Villar n. sp., is described from Mexico. The species is known only from sexual generation. It induces galls on *Quercus rugosa* Née y *Q. obtusata* Humb. & Bonpl. (Fagaceae) leaves. It represents the second *Andricus* Hartig sexual generation collect from Mexico. Data on the diagnosis, distribution, and biology of the new species are given.

**Key words:** Hymenoptera, Cynipidae, *Andricus*, new species, *Q. rugosa*, Mexico.

Las avispa gallicolas de la familia Cynipidae se distribuyen principalmente en la zona templada del hemisferio norte (Stone *et al.* 2002). Las avispa de las agallas de roble (Cynipini) son, con mucho, el grupo más rico en especies de las avispa gallicolas, con alrededor de 1.000 especies en 34 géneros en todo el mundo (Ronquist *et al.* 2015). En la región Neártica se encuentran citadas aproximadamente 700 especies en 22 géneros (Melika y Abrahamson 2002). En México, se conocen 184 especies (Pujade-Villar y Ferrer-Suay 2015) tróficamente asociadas con más de 30 especies de *Quercus* L. según se indica en Pujade-Villar *et al.* (2009); este número de encinos es muy bajo si lo comparamos con las 166 especies que se conocen de México (Govaerts y Frodin 1998; Romero-Rangel *et al.* 2015), de los cuales 86 están considerados como endémicos (Nixon 1998; Zavala 1998).

De las 46 especies de *Andricus* Hartig conocidas de México, 45 corresponden exclusivamente a formas agámicas, de las cuales 23 provocan agallas en las hojas de *Quercus*. La especie nueva que se describe en este trabajo corresponde a una forma sexual que ocasiona agallas en las hojas de *Quercus rugosa* Née; *Andricus quercuslaurinus* Melika & Pujade-Villar, 2009 es la única forma sexual del género *Andricus* conocida hasta el momento de México y además es también la única especie mexicana con el ciclo alternante conocido.

#### MATERIAL Y MÉTODO

El material tipo fue colectado por el segundo y el tercero de los autores sobre *Q. rugosa* Née (sección *Quercus*), especie de encino presente en México, sur de Arizona y Guatemala; también se ha colectado en *Q. obtusata* Humb. & Bonpl. (sección *Quercus*) especie endémico de México.

Las agallas se preservaron en recipientes aireados convenientemente etiquetados. Los adultos obtenidos se colocaron en alcohol de 70° en espera de su estudio. El material tipo está depositado en la Universidad de Barcelona (UB, Barcelona, Cataluña; responsable Juli Pujade-Villar, Colección Nacional de Entomología del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, México DF; responsable Alejandro Saldivar) y en el American Museum of Natural History (AMNH, New York, EEUU, responsable James Carpenter).

Para las estructuras morfológicas se ha seguido la terminología expuesta en Liljeblad y Ronquist (1998) y Melika (2006). Para las abreviaturas de venación del ala anterior, Ronquist y Nordlander (1989). Para la superficie cuticular, la terminología descrita en Harris (1979). Las mediciones y abreviaturas utilizadas son: F1-F12, primero y siguientes flagelómeros; POL (distancia post-ocular) es la distancia entre los márgenes interiores de los ocelos posteriores; OOL (distancia ocelar-ocular) es la distancia desde el borde exterior de un ocelo posterior y el margen interno del ojo compuesto; OCO (distancia lateral-ocular), es la distancia entre ocelos lateral y frontal. La anchura

de la celda radial del ala anterior se ha medido desde el margen del ala hasta la vena Rs.

Las imágenes SEM fueron tomadas por el primer autor con microscopio electrónico ambiental (FEI Quanta 200 ESEM) en el 'Servei Científic-Tècnic de la Universitat de Barcelona' (Cataluña), a 15 KV con previo recubrimiento en oro. Los hábitos de los adultos fueron fotografiados por Jorge M. Valdez Carrasco en el Colegio de Postgraduados (Texcoco, México) con una cámara digital asociada a Carl Zeiss microscopía III seguido de procesamiento con GIMP programa 2.8, mientras que las agallas fue fotografiada directamente con una cámara digital PowerShot SX510 HS y con Canon EOS Rebel T3 por el segundo y tercer autor, respectivamente.

## RESULTADOS

### *Andricus sphaericus* Pujade-Villar n. sp.

(Figs. 1–5)

<http://zoobank.org/4ACE79D6-CD73-4509-9CD2-C23A484C5C2D>

**Material tipo (16♂ & 59♀).** HOLOTIPO ♀ depositado en la UNAM con las siguientes etiquetas: "MEX: Sierra de Guadalupe (Estado de México) sobre *Q. rugosa*, (21. vi.2014) 21.vi-25.vii.2014, M. Serrano-Muñoz leg." (etiqueta blanca), "Holotipo *Andricus sphaericus* Pujade-Villar n. sp., desig. JP-V 2015" (etiqueta roja). PARATIPOS: mismos datos que el Holotipo (24.v.2014) 25.v-20vi.2014: 4♂ & 11♀ (4♂ & 7♀ UB; 4♀ UNAM); (21.vi.2014) 21.vi-25.vii.2014: 11♂ & 43♀ (3♂ & 9♀ UB; 2♂ & 6♀ AMNH; 6♂ & 28♀ UNAM); 26-31.vii.2014: 5♀. (2♀ UB; 3♀ UNAM). Todo el material tipo ha sido recolectado en 19° 36.025' N, 99° 05.121' W 2791 m., UTM: 14 Q 491050 2167267; 19° 35.980' N, 99° 05.202' W 2759 m., UTM: 14 Q 490908 2167184; y 19° 35.929' N, 99° 05.263' W 2798 m., UTM: 14 Q 490801 2167090.

**Material adicional (20♂ & 15♀).** Misma localidad y huésped vegetal que el Holotipo, (16.vi.2013) 26-27. vi.2013: 3♀ (1♀ UB, code M-S190A; 2♀ M. Serrano-Muñoz col., code M-S157); (24.v.2014) 21.vi-25.vii.2014: 3♂ & 3♀ disecionados y aurificados para fotos SEM. Parque Nacional del Bosque del Pedregal (D.F.), *Q. rugosa*, (17.v.2011) 17-31.v.2011: 2♂ & 4♀ (UB, code 072) y 3♀ (M. Serrano-Muñoz col.). San Juan Coajomulco (Jocotitlán, Estado de México), sobre *Q. obtusata*, R.D. García-Martíñón leg., (19.vi.2014) 23.vi-4.vii.2014: 9♂ & 1♀ (UB); (12.vii.2014) 15-17.vii.2014: 6♂ (UB); (19. vi.2014) 14.vii.2014: 1♀ (UB).

**Diagnosis.** *Andricus sphaericus* Pujade-Villar n. sp. se caracteriza por presentar antenas de 13 antenómeros en las hembras y 15 en los machos, cabeza ligeramente dilatada detrás de los ojos compuestos en las hembras, mesoescudo fuertemente coriáceo y pubescente, notaulos completos, línea mesoscutal media ausente, mesopleura brillante y solo esculpada en la zona media, alas ciliadas en el margen y pubescentes, celda radial poco más de tres veces más larga que ancha, carenas del propodeo anchas y paralelas, metasoma liso, segundo tergito metasomal con setas densas formando una estrecha banda latero-anterior, micropunctuado y espina ventral del hipopigio fina y larga (seis veces más larga que ancha).

HEMBRA (Fig. 5e)

**Longitud.** 1,9-2,4 mm. (N = 25)

**Color.** Cabeza de color castaño oscuro a negro; frente y

vértex negros. Antenas y mandíbulas castañas. Mesosoma negro, raramente castaño oscuro. Metasoma castaño oscuro, ventral y distalmente más claros. Alas translúcidas con venación amarillenta. Patas marrones, en la cara anterior, amarillentas en la posterior, tarsos más claros. Mandíbulas marrones, dientes negros.

**Cabeza** (Fig. 1a, 1c, 1e). Ovalada, un poco más ancha que el mesosoma; en vista frontal, 1,1 veces tan ancha como alta; en vista dorsal transversal, 2,0 veces más larga que ancha. Gena coriácea, pubescente, débilmente dilatada detrás de los ojos compuestos. Margen del clipeo recto, no proyectado sobre las mandíbulas, delimitado por el surco epistomal y las líneas clipeo-pleurostomales; fosetas tentoriales visibles. Espacio malar de 0,3 veces la longitud del ojo compuesto. La cara inferior pubescente, con estrías irradiando desde clipeo a los ojos compuestos; área central elevada, coriácea. Línea transfacial 1,0 veces más larga que la altura del ojo compuesto. Frente y vértex fuertemente coriáceos, casi glabros, setas dispersas y cortas. Relación POL: OOL: LOL 7:5:4, diámetro del ocelo lateral 3,0. Occipucio coriáceo, pubescencia laxa, carena postoccipital ausente. Post occipucio glabro, con algunas finas carenas curvas. Espacio gular más corto que la altura del foramen occipital. Crestas gulares ausentes. Zona gular casi glabra y lisa. Palpos labiales con tres segmentos, el intermedio pequeño y el distal pubescente. Palpos maxilares de cinco segmentos, el primero corto y glabro, los siguientes subiguales y más pubescentes consecutivamente.

**Antena** (Fig. 2b). Filiforme con 13 antenómeros; pedicelo 1,5 veces más largo que ancho; F1 casi 2.0 más largo que el pedicelo y alrededor de 1.1 veces más largo que F2; fórmula antenal 5: 3.5: 7: 6: 6: 6: 5: 5: 5: 9; sensilas placoideas a partir del F4.

**Mesosoma** (Fig. 3a-d) 1,4 veces más largo que alto en vista lateral. Pronoto carenado lateralmente, pubescente. Propleuras débilmente esculpidas. Mesoescudo fuertemente coriáceo y pubescente. Notaulos percurrentes, fuertemente marcados en la ½ posterior, desvaneciéndose un poco en la parte media; surco medio ausente; líneas parapsidales alutáceas alcanzando un poco menos de la mitad de la longitud del mesosoma; líneas paralelas anteriores alutáceas alcanzando el 0,4 de la longitud del mesosoma. Mesopleura estriada en la parte media, con espacios alutáceos casi lisos, liso en las áreas superior e inferior. Surco metapleural alcanzando 2/3 la altura de la mesopleura. Escutelo rugoso, casi coriáceo en el centro, pubescente, 1,2 veces largo que ancho, carena circunscutelar visible; foveas escutelares ovales, bien definidas, separadas por una banda media ancha, glabras, sin escultura. Fosetas metanotales pubescentes, tan altas como el doble del ancho de la barra metanotal. Dorselum esculpidado, convexo inferiormente. Propodeo alutáceo pubescente; carenas laterales débilmente curvadas y bien definidas delimitando un área más ancha que alta, la cual es pubescente en la parte superior (alrededor de la carena y en la carena propodeal).

**Patás.** Uñas tarsales bifidas (Fig. 3e), con un fuerte diente basal agudo.

**Alas** (Fig. 5e). Primer par de alas 1,2 veces tan larga como el cuerpo; superficie pubescente, margen ciliado; celda radial abierta, 3,2 veces más larga que ancha; areola poco visible, casi ausente.

**Metasoma** (Fig. 4) 1,2 veces más largo que el mesosoma. Primer tergito liso; segundo tergito con setas densas formando una estrecha banda latero-anterior y con una franja dorso-disto-lateral finalmente punteada, margen sin puntuación; segmentos siguientes glabros y punteados. Hipopigio punteado. Espina ventral larga (6,0 veces más larga que ancha), estrecha, acabada en punta y con algunas setas cortas y dispersas en los laterales.

**MACHO** (Fig. 5d)

Semejante a la hembra, a excepción de: escultura de la frente menos marcada (Fig. 1a), antena con 15 antenómeros (Fig. 2a); F1 2,5 más largo que el pedicelo y 1,2 más largo que F2; fórmula antenal 6: 4: 10: 9: 7: 7: 7: 6: 6: 6: 6: 5; F1 curvado ligeramente en la parte distal. Línea transfacial más larga (1,2 veces más larga que la altura del ojo, Fig. 1a). Relación POL: OOL: LOL 6:3:4, diámetro del ocelo lateral 3 (Fig. 1c); mesosoma: 1.6 veces más largo que alto en vista lateral; primer par de alas 1.3 veces tan largo al cuerpo (Fig. 5d). Longitud total del cuerpo 1.5-2.1 mm. (N = 11)

**Agalla** (Fig. 5a-c). Globular (0,7-1,6 mm de diámetro), plurilocular y dura. Es el resultado de una hinchazón de la nervadura central y/o de nervios secundarios de la hoja; a veces la hoja desaparece casi en su totalidad. De color verde claro cuando es joven y verde oscuro a negro en la madurez. Superficie provista de tricomas estrellados alrededor de color marrón claro. La agalla presenta entre 5-15 cámaras larvales, de 3x1 mm, distribuidas radialmente, separadas por un tejido leñoso duro.

**Huésped.** *Q. rugosa* Née y *Q. obtusata* Humb. & Bonpl. (section *Quercus*, Fagaceae).

**Distribución.** México (Estado de México, México, D.F.).

**Biología.** Solo la forma sexual es conocida. Los adultos emergen desde finales de mayo hasta mediados de julio.

**Etimología.** El nombre específico se debe a la forma de la agalla.

## DISCUSIÓN

En México han sido descritas 23 especies del género *Andricus* productoras de agallas foliares (Pujade-Villar *et al.* 2009; Pujade-Villar y Ferrer-Suay 2015). Todas ellas, a excepción de *A. quercuslaurinus*, son agámicas, mientras que la especie que aquí se describe corresponde a una forma sexual.

*Andricus quercuslaurinus* es una especie asociada a *Q. laurina* y *Q. affinis* (sección *Lobatae*) según se indica en Pujade-Villar *et al.* (2014), mientras que la especie que aquí se describe está asociada a la sección *Quercus*. La forma sexual de *A. quercuslaurinus* ocasiona agallas foliares mientras que la forma agámica se encuentra en los tallos (Melika *et al.* 2009). A diferencia de *A. sphaericus*, las agallas de la forma sexual de *A. quercuslaurinus* son uniloculares (aunque pueden ser coalescentes cuando se produce una fusión de agallas próximas) y nunca sobresalen en exceso de la superficie foliar, ni son capaces de impedir el crecimiento de la hoja, ni tienen una consistencia interna lignificada. Los adultos también se diferencian fácilmente por el color (cara con un halo claro alrededor de la boca en *A. quercuslaurinus* y mesosoma testáceo en las hembras de *A. quercuslaurinus*), por la escultura del escudo (alutaceo en *A. quercuslaurinus*), la línea media posterior (alcanzando como mínimo 2/3 la longitud del mesoescudo

en *A. quercuslaurinus*) y por las uñas tarsales (simples en *A. quercuslaurinus*), entre otros caracteres.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestro colega Jorge M. Valdez Carrasco (Colegio de Postgraduados, Texcoco, México) el haber realizado los imágenes de los habitus de ésta especie. El trabajo de MF-S está subvencionado por un contrato postdoctoral de "The Kalbfleisch Fellowship, Richard Gilder Graduate School, American Museum of Natural History".

## LITERATURA CITADA

- Govaerts, R., & D.G. Frodin. 1998. *World Checklist and Bibliography of Fagales*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Harris, R. 1979. A glossary of surface sculpturing. State of California, Department of Food and Agriculture. *Occasional Papers in Entomology*, 28: 1-31.
- Liljeblad, J. & F. Ronquist. 1998. A phylogenetic analysis of higher-level gall wasp relationships (Hymenoptera: Cynipidae). *Systematic Entomology*, 23: 229-252.
- Melika, G. 2006. Gall Wasps of Ukraine. Cynipidae. *Vestnik Zoologii*, supplement, 21: 1-300, 301-644.
- Melika, G. & W.G. Abrahamson. 2002. *Review of the world genera of oak cynipid wasps (Hymenoptera: Cynipidae, Cynipini)*. pp. 150-190. In G. Melika and C. Thuróczy [eds.]. *Parasitic Wasps: Evolution, Systematics, Biodiversity and Biological Control*. Agroinform, Budapest.
- Melika, G., Cibrián-Tovar, D., Cibrián-Llenderal, V.D., Tormos, J. & J. Pujade-Villar. 2009. New species of oak gallwasp from Mexico (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini) - a serious pest of *Quercus laurina* (Fagaceae). *Dugesiana*, 16: 67-73.
- Nixon, K.C. 1998. El género *Quercus* en México. pp. 435-448. En: Ramamoorthy T.P., Bye R., Rot A. & Fa J. Eds. *Biodiversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México, México D. F.
- Pujade-Villar, J., Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E.G. & C. Chagoyán-García. 2009. Estado de conocimiento de los Cynipini en México (Hymenoptera: Cynipidae), perspectivas de estudio. *Neotropical Entomology*, 38(6): 809-821.
- Pujade-Villar, J., Equihua-Martínez, A. & E.G. Estrada-Venegas. 2014. Actualización del conocimiento de los Cynipidae mexicanos que producen agallas en encinos (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini). *Sociedad Mexicana de Entomología A. C.*, 13(1): 559-564.
- Pujade Villar, J. & M. Ferrer-Suay. 2015. Adjudicació genèrica d'espècies mexicanes d'ubicació dubtosa descrites per Kinsey i comentaris sobre la fauna mexicana (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini). *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 79: 7-14.
- Romero-Rangel, S., Rojas-Zenteno, E.C. & L.E. Rubio-Licona. 2015. *Encinos de México (Quercus, Fagaceae 100 especies)*. Universidad Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores, Iztacala.
- Ronquist, F. & Nordlander, G. 1989. Skeletal morphology of an archaic cynipoid, *Ibaliia rufipes* (Hymenoptera: Ibaliidae). *Entomologica Scandinavica*, supplement, 33: 1-60.



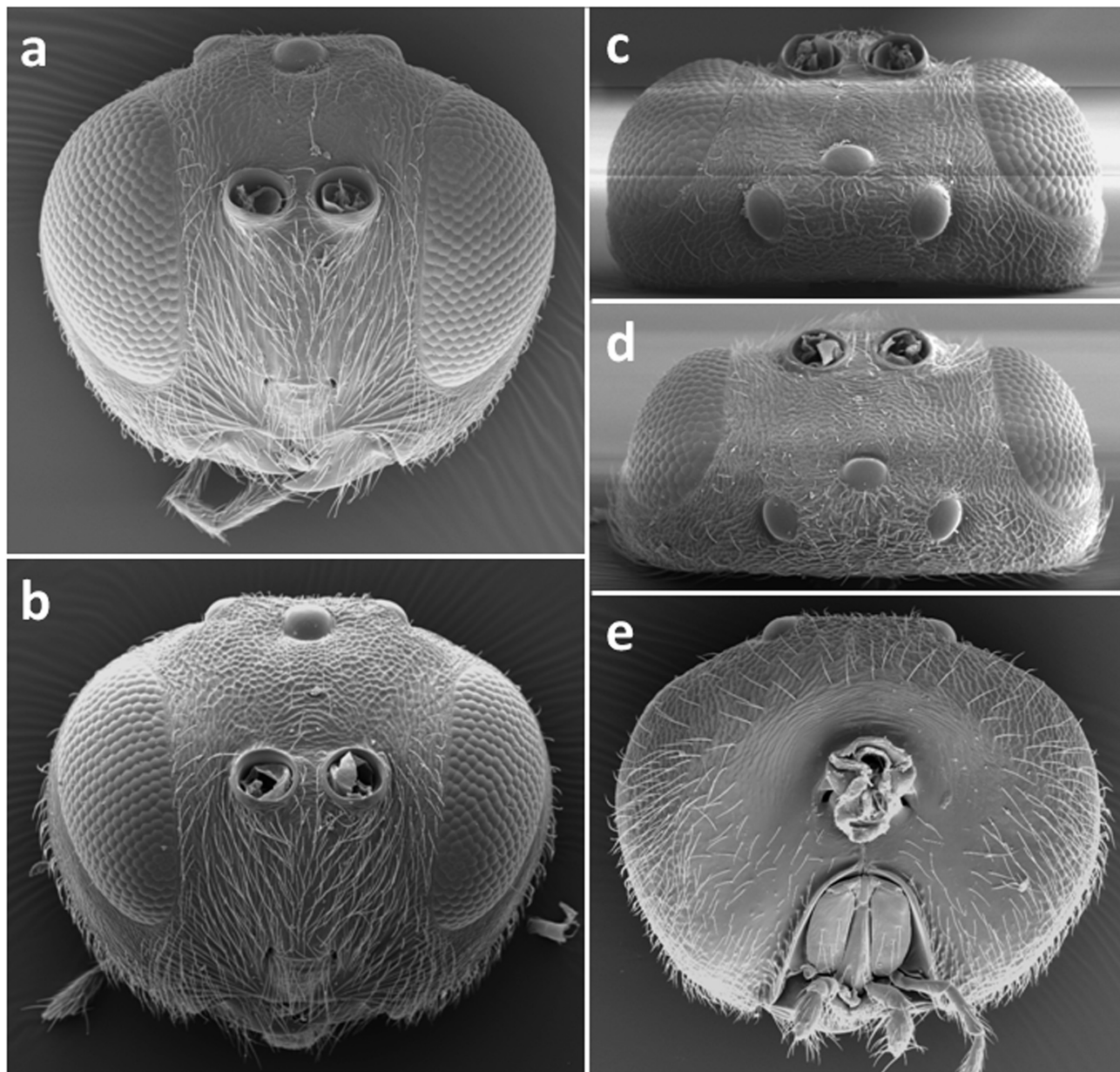
Ronquist, F., Nieves-Aldrey, J.L., Buffington, M.L., Liu, Z., Liljeblad, J. & J.A.A. Nylander. 2015. Phylogeny, Evolution and Classification of Gall Wasps: The Plot Thickens. *PLoS ONE*, 10(5): e0123301. doi:10.1371/journal.pone.0123301.

Stone, G. N., Schönrogge, K., Atkinson, R.J., Bellido, D. & J. Pujade-Villar. 2002. The population biology of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae). *Annual Review of Entomology*, 47: 633-668.

Zavala, C.F. 1998. Observaciones sobre la distribución de encinos en México. *Polibotánica*, 8: 47-64.

Recibido: 13 de enero 2016

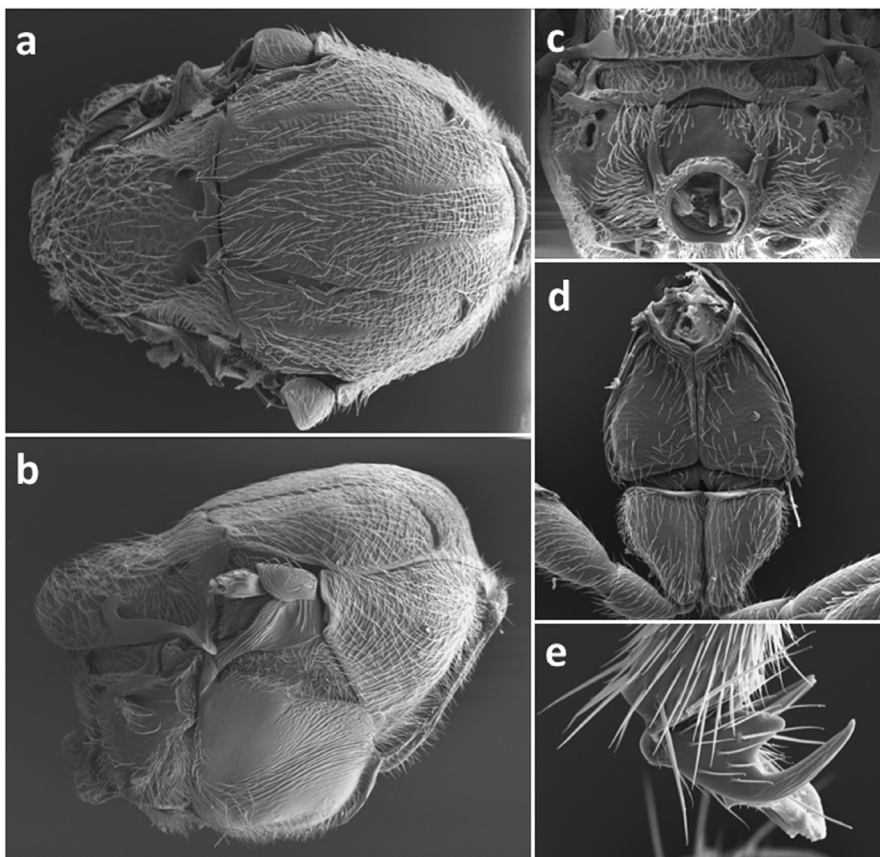
Aceptado: 4 de marzo 2016



**Figura 1.** Cabeza de *Andricus sphaericus* Pujade-Villar n. sp.: (a) hembra en vista frontal, (b) macho en vista frontal, (c) hembra en vista dorsal, (d) macho en vista dorsal, (e) hembra en vista posterior.

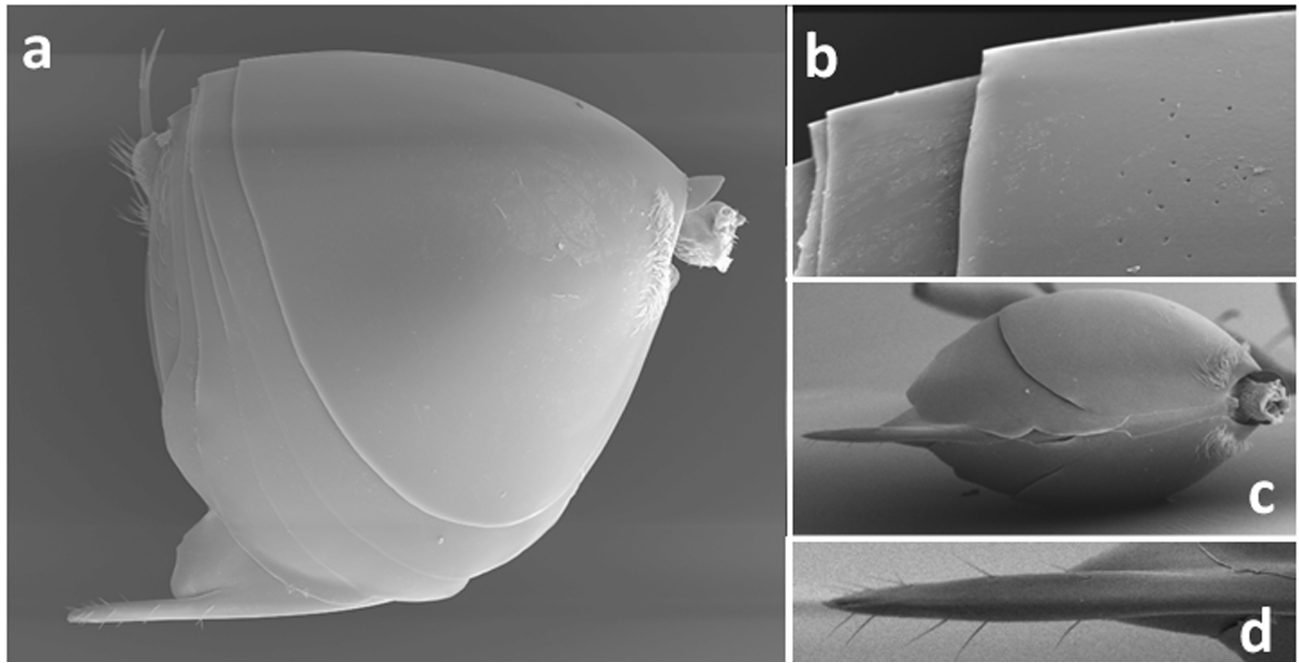


**Figura 2.** *Andricus sphaericus* Pujade-Villar n. sp.: (a) antena del macho y detalle de los primeros antenómeros, (b) antena de la hembra y detalle de los primeros y últimos antenómeros.

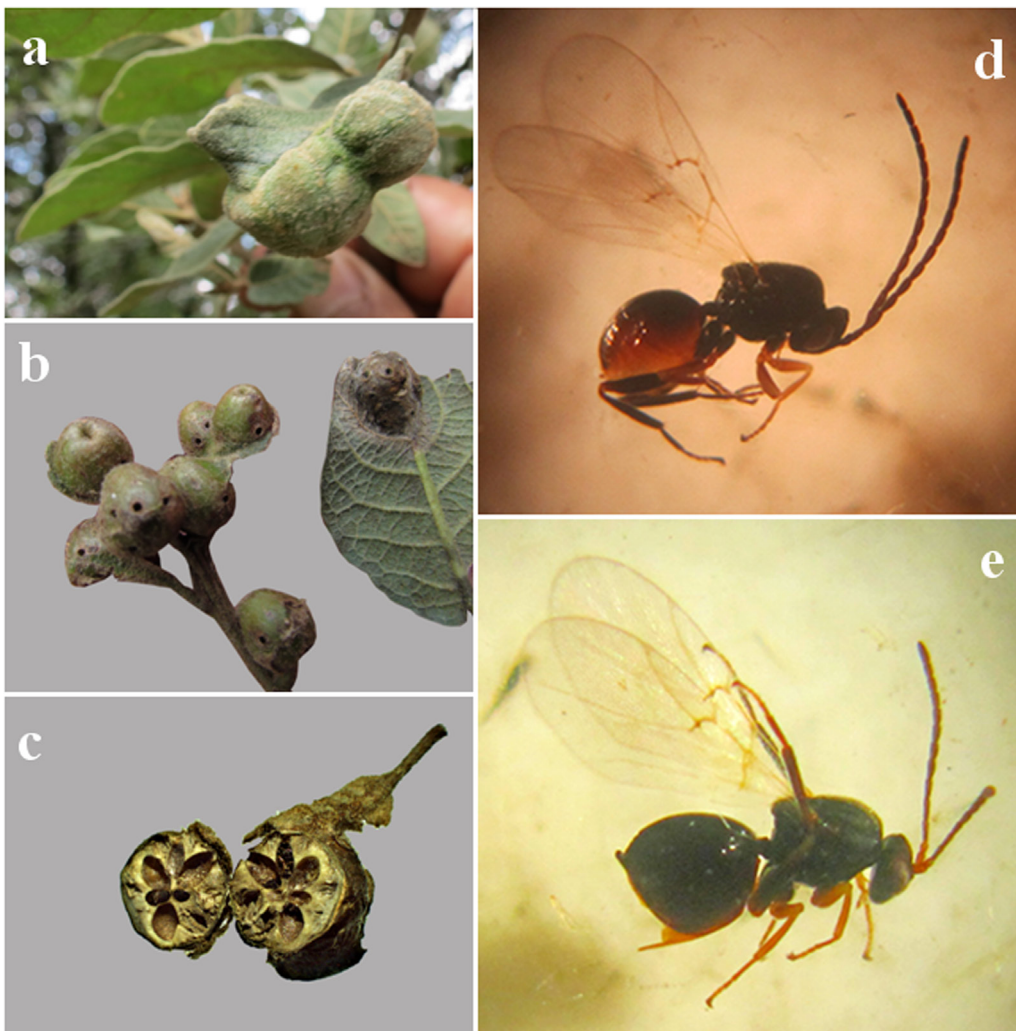


**Figura 3.** Mesosoma de *Andricus sphaericus* Pujade-Villar n. sp. ♀: (a) vista dorsal (b) vista lateral, (c) vista posterior (propodeo), (d) propleuras coxas del primer par de patas, (e) uña tarsal.





**Figura 4.** Metasoma de *Andricus sphaericus* Pujade-Villar n. sp. ♀: (a) vista lateral, (b) detalle del segundo terguitos y siguientes, (c) en vista ventral, (d) detalle de la espina ventral.



**Figura 5.** *Andricus sphaericus* Pujade-Villar n. sp.: (a) agalla en *Q. rugosa*, (b) detalle de agallas distintas, (c) agalla cortada, (d) macho, (e) hembra.

## Dos nuevas especies de *Phyllophaga* Harris (Coleoptera: Melolonthidae; Melolonthinae) de Jalisco e Hidalgo, México

### Two new species of *Phyllophaga* Harris (Coleoptera: Melolonthidae; Melolonthinae) from Jalisco and Hidalgo, Mexico

Miguel Ángel Morón

Red de Biodiversidad y Sistemática, Instituto de Ecología, A. C. Carretera Antigua a Coatepec 351, El Haya, Xalapa, Veracruz 91070, México, miguel.moron@inecol.mx

#### RESUMEN

Se describen *Phyllophaga* (*s.str.*) *gastonguzmani* n. sp., y *P. (s.str.) rafaellamothei* n. sp., colectadas en localidades montañosas con bosques mixtos formados por encinos y pinos de los estados de Jalisco e Hidalgo, respectivamente. Se incluyen ilustraciones de los habitus dorsales y laterales, detalles de las estructuras con valor diagnóstico, así como comentarios sobre las características que les diferencian de otras especies mexicanas de *Phyllophaga*.

**Palabras clave:** Taxonomía, escarabajos de mayo, pinares, encinares.

#### ABSTRACT

*Phyllophaga* (*s.str.*) *gastonguzmani* n. sp. and *P. (s.str.) rafaellamothei* n. sp. are described with specimens collected in mixed forests with oaks and pines located on mountains of the states of Jalisco and Hidalgo, central Mexico, respectively. Illustrations of dorsal and lateral habitus, and details of diagnostic structures are included, as well as comments about differences with other Mexican species of *Phyllophaga*.

**Key words:** Taxonomy, June beetles, oak and pine forests.

Los bosques mixtos establecidos en las montañas donde confluyen las Sierras Madre Occidental, Oriental y del Sur con el Eje Volcánico Transmexicano reúnen una mezcla de especies de escarabajos con diferente filiación y antigüedad adaptadas a las condiciones cambiantes de humedad y temperatura que han existido desde el Plioceno, y es posible que muchas de ellas se hayan integrado en microrefugios (Dobrowski 2010). Los procesos de especiación de estos coleópteros probablemente fueron favorecidos por la actividad volcánica frecuente y los efectos del último período glacial (White 1987, Hewitt 1996, Loehle 2007). Tales fenómenos naturales debieron propiciar el aislamiento y fragmentación de poblaciones, los cuales se han acentuado a causa de la deforestación reciente para ampliar los espacios con uso agropecuario. Los ensamblajes regionales de especies del género *Phyllophaga* (*sensu lato*) son un buen ejemplo del proceso antes citado (Morón *et al.*, 2001, Morón y Nogueira 2014, Morón 2015).

Durante las numerosas colectas realizadas por Guillermo Nogueira en regiones montañosas de Hidalgo y Jalisco se han obtenido muestras interesantes de ensamblajes de *Phyllophaga* formados por seis a doce especies por localidad, que representan linajes muy diferentes, entre las cuales es frecuente encontrar cuando menos una especie inédita. En el presente trabajo se describen dos de éstas especies que exhiben caracteres poco usuales.

#### MATERIAL Y MÉTODOS

Los caracteres taxonómicos, términos y criterios empleados en las descripciones son los propuestos por Saylor (1940), Sanderson (1958) y Morón (1986, 2003). Las ilustraciones se realizaron con ayuda de una cámara clara asociada a un estereomicroscopio Leica MZ8 empleando

aumentos de 6.3 a 50X. Las medidas se registraron con un vernier electrónico y un micrómetro ocular acoplado al estereomicroscopio. Las fotografías se obtuvieron con un equipo Nikon D5200 provisto con un lente AF-S DX Micro Nikkor 40 mm. Los ejemplares estudiados se depositaron en la colección entomológica del Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz (IEXA), Canadian Museum of Nature, Ottawa (CMNC), y en la colección M. A. Morón (MXAL) Xalapa, Veracruz.

#### *Phyllophaga (Phyllophaga) gastonguzmani* sp. nov. (Figs. 1-6, 13-14)

<http://zoobank.org/E0922FEB-0671-42B2-B2CA-01D0661655FB>

**Descripción.** Holotipo macho: Longitud total del cuerpo: 17.8 mm. Anchura humeral: 8.2 mm. Relación longitud/anchura cuerpo: 2.17:1.00. Cabeza y pronoto pardo oscuro brillante, élitros, abdomen y patas de color pardo rojizo poco brillante (Figs. 13-14). Clípeo 3.4 veces más ancho que largo, con el borde anterior ligeramente escotado y los márgenes claramente levantados (Fig. 1); el disco clipeal poco convexo, con sedas cortas erectas esparcidas y puntos circulares, amplios, profundos, poco separados entre sí. Sutura fronto-clipeal estrecha, sinuada. Frente convexa, 2.9 veces más ancha que larga, irregularmente punteada-rugosa, con sedas delgadas erectas. Carina transversal del vértice redondeada, poco prominente. Superficie occipital lisa, con algunos puntos pequeños en sus extremos laterales. Antenas con nueve artejos; los artejos 3° y 4° semicilíndricos, alargados, con anchura y longitud similares; el 5° más grueso que el 4° con una prominencia anterior redondeada, el 6° artejo más corto que el precedente, comprimido, con una proyección

aguzada corta. Maza antenal más larga que los cuatro artejos precedentes (1.5:1.0), formada por tres lamelas cubiertas con sensilas muy finas y sedas erectas cortas esparcidas. La anchura dorsal de cada ojo es equivalente al 16% de la distancia interocular. Canthus ocular mediano y estrecho, con 12 sedas de diferente grosor y longitud. Labro bilobulado, prominente, ancho, con el borde anterior redondeado, muy escotado, con sedas erectas en los bordes. Disco del labio amplio, poco convexo, con puntos toscos y una quilla mesial en la mitad distal y pocas sedas finas largas a los lados; borde anterior ampliamente sinuado.

Pronoto 1.8 veces más ancho que largo; la relación anchura máxima de la cabeza-anchura máxima del pronoto es de 0.63:1.00 y la relación distancia interocular-anchura máxima del pronoto es de 0.48:1.00, disco pronotal con abundantes puntos redondeados poco profundos, regularmente distribuidos, provistos con sedas de diferente longitud y grosor, algunas son muy largas (2.5-3.0 mm); ángulos anteriores casi rectos, prominentes; ángulos posteriores ligeramente obtusos, prominentes; bordes laterales claramente angulados en su porción central (Fig. 1); márgenes laterales estrechos, ligera e irregularmente crenulados, con sedas finas largas (1-2 mm); el margen anterior estrecho, marcado por un reborde, con sedas erectas largas (2.0-2.5 mm); el margen basal indicado con puntos setíferos irregulares en toda su extensión. Escutelo más ancho que largo (1.6:1.0) con puntos pequeños, someros y sedas cortas esparcidas. Élitros 2.5 veces más largos que anchos, con puntuación pequeña, intensa, casi homogénea, con abundantes sedas delgadas erectas esparcidas en todo el disco elítral, y numerosas sedas gruesas erectas largas (3.0-4.2 mm) cerca de la base y a lo largo de la sutura elítral (Figs. 13-14); el reborde de la epipleura estrecho, se diluye poco hacia el propigidio y presenta numerosas sedas cortas erectas en toda su extensión; callos humerales prominentes y redondeados, callos apicales amplios, redondeados, poco prominentes. Alas metatorácicas completamente desarrolladas. Vestidura del pterosternón amarillenta, larga y abundante (Fig. 14).

Protibias más cortas que los protarsos (1.0:1.2), con tres procesos dentiformes en el borde externo, el distal mucho más alargado y ancho, el intermedio cercano al proximal que es el más corto. Espolón protibial recto, delgado y aguzado, poco más largo que el segundo protarsómero. Casi en la mitad de la cara externa de las mesotibias existe una quilla setífera transversal oblicua completa muy marcada y en el tercio basal una breve quilla setífera. Espolones mesotibiales articulados con ápice afilado, rectos, el inferior ligeramente más largo. Metatibias más cortas que los tarsos respectivos (1.0:1.3), tienen una quilla setífera transversal bien definida ubicada casi en la mitad de la cara externa, y un tubérculo setífero breve en el tercio proximal. El borde apical de las metatibias uniformemente redondeado con numerosas sedas espiniformes. Espolones metatibiales articulados, estrechos, ligeramente curvos, con los ápices redondeados, el espolón superior poco más largo que el inferior, y tan largo como el primer metatarsómero. Artejos de pro, meso y mesotarsos con sedas dispersas en sus regiones ventrales y sedas preapicales largas. Todas las uñas tarsales dentadas, con el denticulo ventral largo, recurvado, situado casi en el centro del borde unguinal (Fig. 2).

Prepigidio poco brillante, con puntos setíferos no colindantes. Placa pigidial moderadamente convexa, poco brillante, el disco pigidial con numerosos puntos someros regulares y abundantes sedas erectas cortas y muy largas (0.8-1.6 mm) mezcladas; los márgenes laterales estrechos; el margen basal muy estrecho y ampliamente incompleto en su parte media; el margen apical poco engrosado y levantado, con 10 sedas medianas. El tegumento de los extremos laterales de los segmentos abdominales es poco brillante, punteado, con numerosas sedas cortas. Los esternitos 2° a 4° con su porción mesial ligeramente cóncava, con grupos de sedas cortas; las suturas intersegmentales poco definidas; 5° esternito con declive acentuado hacia el borde posterior, porción central poco excavada, con numerosos gránulos setíferos diminutos. Placa anal amplia, casi lisa, con pocas sedas erectas esparcidas y un surco longitudinal medio amplio, liso; el reborde posterior ligeramente sinuado.

Cápsula genital masculina con los parámetros cortos, simétricos, fusionados dorsal y basalmente, con los bordes externos ligeramente convergentes hacia los ápices redondeados (Figs. 4-6), con dos denticulos postapicales (Fig. 3); porción ventral membranosa; tectum poco convexo; el edeago muestra un soporte esclerosado largo, ancho y sinuoso, con dos proyecciones laterobasales provistas con espinitas, una proyección digitiforme dorsobasal con espinitas y un bulbo espinoso ventrobasal (Figs. 4-6); la región apical del saco interno tiene un flagelo membranoso, sacos laterales microsetosos y un apéndice preapical dorsal corto recurvado (Figs. 5-6). Longitud de la cápsula genital desde el ápice de los parámetros al extremo de la pieza basal: 5.5 mm. **Hembra** desconocida.

**Variación.** Longitud total del cuerpo: 18.6 mm. Anchura humeral: 8.2 mm. Coloración entre pardo oscuro a pardo rojizo.

**Material estudiado.** Ocho machos. Holotipo macho: MÉXICO: Jalisco, San Juan de la Montaña, 1600 m, 8-VII-2010, G. Nogueira. Depositado en MXAL. Paratipos (7): con los mismos datos que el holotipo (6), mismos datos excepto 9/10-VII-2010 (1) (CMNC, IEXA, MXAL).

**Localidad típica.** Nigromante (San Juan de la Montaña), municipio de Tamazula de Gordiano, estado de Jalisco, México (19°36'58.7" N, 103°05'16.6" O) 50 km S Lago de Chapala (Fig. 17).

**Datos biológicos.** Los ejemplares estudiados fueron capturados durante julio (8) en un bosque mixto con encinos y pinos ubicado a 1600 m de altitud. Todos los ejemplares fueron atraídos por la trampa de luz mercurial, junto con representantes de *Phyllophaga* (s. s.) *polyphylla* (Bates), *Ph. segregans* (Bates), *Ph. setifera* (Burmeister), *Ph. blanchardi* (Arrow); *Phyllophaga* (*Phytalus*) *obsoleta* (Blanchard) y *Ph. (Phytalus) bucephala* (Bates).

**Etimología.** Con todo respeto esta especie se dedica a la memoria del Dr. Gastón Guzmán Huerta (1932-2016), investigador del Instituto de Ecología, A. C., especialista de alcance internacional en hongos alucinógenos, infatigable promotor de la micología y profesor de varias generaciones de biólogos mexicanos.

**Comentarios.** La combinación de caracteres de esta especie no coincide con ninguno de los grupos definidos por Morón (1986, 2003). Las proporciones de la cabeza, pronoto y élitros, el tipo de vestidura dorsal, así como la forma de las uñas tarsales tienen semejanza con los grupos



“setidorsis y anodentata”, pero el número de antenómeros, las proporciones de la maza antenal, y la estructura del edeago son diferentes a las especies de dichos grupos. Las numerosas sedas dorsales muy largas, las antenas formadas por nueve artejos con la maza antenal del macho corta, los parámeros cortos fusionados provistos con denticulos subapicales, y la compleja configuración del edeago con cuatro proyecciones basales cubiertas con espinitas, permiten distinguir a *P. gastonguzmani* de otras especies mexicanas.

***Phyllophaga (Phyllophaga) rafaeldomochei* sp. nov.**

(Figs. 7-12, 15-16)

<http://zoobank.org/E520AF78-341C-4A5A-827B-A67536CCAB1A>

**Descripción.** Holotipo macho: Longitud total del cuerpo: 16.2 mm. Anchura humeral: 6.9 mm. Relación longitud/anchura cuerpo: 2.34:1.00. Cabeza y pronoto pardo oscuro brillante con bordes amarillentos, élitros pardo oscuro con reflejo vítreo verde grisáceo, abdomen y patas de color pardo amarillento brillante (Figs. 15-16). Clípeo 3.1 veces más ancho que largo, con el borde anterior profundamente escotado y los márgenes poco levantados (Fig. 7); el disco clipeal poco convexo, con numerosas sedas cortas erectas y puntuación irregular, rugosa. Sutura fronto-clipeal parcialmente oculta entre rugosidades. Frente convexa, 2.9 veces más ancha que larga, irregularmente punteada-rugosa, con sedas delgadas erectas. Carina transversal del vértice redondeada, poco prominente. Superficie occipital lisa, con algunos puntos profundos en sus extremos laterales. Antenas con diez artejos; los artejos 3°, 4° y 5° semicónicos, progresivamente más anchos y largos, el 6° más ancho que el 5° con una prominencia anterior más desarrollada, el 7° artejo más corto que el precedente, comprimido, con una proyección laminar muy corta. Maza antenal más larga que los cuatro artejos precedentes (2:1), formada por tres lamelas cubiertas con sensilas muy finas y sedas erectas cortas esparcidas. La anchura dorsal de cada ojo es equivalente al 24% de la distancia interocular. Canthus ocular largo y estrecho, con nueve sedas medianas. Labro bilobulado, prominente, ancho, con el borde anterior redondeado, profundamente escotado, con sedas erectas en los bordes. Disco del labio amplio, cóncavo, casi liso con pocas sedas finas al centro y los lados; borde anterior profundamente hendido.

Pronoto 2.1 veces más ancho que largo; la relación anchura máxima de la cabeza-anchura máxima del pronoto es de 0.58:1.00 y la relación distancia interocular-anchura máxima del pronoto es de 0.51:1.00, disco pronotal con abundantes puntos irregulares poco profundos, con algunas sedas muy pequeñas; ángulos anteriores obtusos, poco prominentes; ángulos posteriores obtusos, no prominentes; bordes laterales claramente angulados en su porción central (Fig. 7); márgenes laterales estrechos, ligeros e irregularmente crenulados, sobre todo en la mitad posterior, con sedas delgadas largas; el margen anterior moderadamente ancho, marcado por un reborde, con sedas erectas largas (0.5-0.8mm); el margen basal indicado con puntos regulares en toda su extensión, y sedas delgadas erectas. Escutelo más ancho que largo (1.6:1.0) glabro, con puntos pequeños someros dispersos. Élitros 2.6 veces más largos que anchos, con puntuación pequeña, poco profunda,

casi homogénea, con escasas sedas diminutas esparcidas en la mitad distal del disco elitral (Figs. 15-16); el reborde de la epipleura estrecho, se diluye poco hacia el propigidio y muestra numerosas sedas medianas erectas en toda su extensión; callos humerales prominentes y redondeados, callos apicales amplios, redondeados, poco prominentes. Alas metatorácicas completamente desarrolladas. Vestidura del pterosternón amarillenta, larga y abundante (Fig. 15).

Protibias más cortas que los protarsos (1.0:1.2), con tres procesos dentiformes en el borde externo, el distal más alargado, el intermedio más ancho y más pequeño el proximal. Espolón protibial recto, delgado y aguzado, más corto que el segundo protarsómero. Casi en la mitad de la cara externa de las mesotibias existe una quilla setífera transversal oblicua completa muy marcada y en el tercio basal una breve quilla setífera. Espolones mesotibiales articulados rectos, con ápice poco afilado y longitud similar. Metatibias más largas que los tarsos respectivos (1.2:1.0), tienen una quilla setífera transversal bien definida ubicada casi en la mitad de la cara externa, y un tubérculo setífero breve en el tercio proximal. El borde apical de las metatibias uniformemente redondeado con numerosas sedas espiniformes. Espolones metatibiales articulados, estrechos, ligeramente curvos, con los ápices redondeados, el espolón superior poco más largo que el inferior, y más largo que el primer metatarsómero (Fig. 9). Artejos de pro y mesotarsos con una hilera de sedas espaciadas en sus regiones ventrales y sedas preapicales largas. Metatarsos 2° a 4° con una hilera de sedas rígidas en la parte interna de sus bordes ventrales. Todas las uñas tarsales dentadas, con el denticulo ventral corto, recurvado hacia la base unguinal redondeada (Fig. 8).

Prepigidio poco brillante, con escasos puntos setíferos esparcidos. Placa pigidial poco convexa, brillante, el disco pigidial rugoso con sedas erectas cortas esparcidas en la mitad basal; los márgenes laterales estrechos; el margen basal muy estrecho y ampliamente incompleto en su parte media; el margen apical estrecho y poco levantado, con 20 sedas medianas. El tegumento de los extremos laterales de los segmentos abdominales poco brillante, punteado, con escasas sedas cortas, excepto en los lados del 5° esternito donde las sedas son más largas y abundantes. Los esternitos 2° a 4° con su porción mesial lisa, ligeramente cóncava; las suturas intersegmentales poco definidas; 5° esternito con declive acentuado hacia el borde posterior, porción central ampliamente excavada, con algunas sedas cortas. Placa anal amplia, con margen basal notable, disco poco cóncavo con sedas erectas esparcidas; el reborde posterior ligeramente sinuado.

Cápsula genital masculina con los parámeros alargados, sinuosos, simétricos, fusionados dorsalmente en una amplia falobase proyectada sobre el forámen distal, con los bordes externos aquillados, convergentes hacia los ápices redondeados (Figs. 10-11); porción ventral membranosa; tectum ligeramente cóncavo. El edeago muestra un soporte esclerosado largo, ancho y curvado, y en la región apical del saco interno tiene dos espinas largas, gruesas y articuladas (Figs. 11-12). Longitud de la cápsula genital desde el ápice de los parámeros al extremo de la pieza basal: 4.2 mm.

**Hembra desconocida.**

**Material estudiado.** Un macho. Holotipo: MÉXICO: Hidalgo, Tlahuelompa, 1595 m, 24-VI-1999, G. Nogueira.

Depositado en MXAL.

**Localidad típica.** San Francisco Tlahuelompa, municipio de Zacualtipán de Ángeles, estado de Hidalgo, México (20°36'09.6" N, 98°33'19.3" O) 7 km E Zacualtipán (Fig. 17).

**Datos biológicos.** El ejemplar estudiado fue capturado durante junio en un bosque mixto con encinos y pinos ubicado a 1595 m de altitud. El espécimen fue atraído por la trampa de luz mercurial, junto con *Phyllophaga edrileyi* Morón.

**Etimología.** Se dedica el nombre de esta especie respetuosamente a la memoria del Dr. Marcos Rafael Lamothé Argumedo, investigador del Instituto de Biología, UNAM, especialista en helmintos digeneos, profesor de zoología y parasitología quien durante más de 40 años motivó a numerosos jóvenes para dedicarse a los estudios taxonómicos de invertebrados mexicanos, entre quienes se incluye el autor de este trabajo.

**Comentarios.** En forma preliminar esta especie puede situarse en el grupo "schizorhina" (Morón 1986, 2003). Según la clave, los caracteres externos la sitúan entre *P. changuena* Morón y *P. catemacoana* Morón (subgrupo 7 "comaltepecana", sensu Morón 2003) pero los caracteres genitales son muy diferentes. La falobase, los parámetros y el edeago de *P. rafaelamothéi* muestra cierta similitud con las especies del subgrupo 5 "atrata" pero la maza antenal es alargada, los bordes laterales del pronoto son crenulados y las uñas tienen el denticulo inferior próximo a la base unguinal. La estructura de las antenas y las uñas son semejantes a los de *P. zaragozana* Morón (subgrupo 1 "schizorhina") pero las proporciones de la falobase y el edeago son diferentes. El brillo verdoso de los élitros es parecido al de *P. javepacuana* Morón (subgrupo 2 "ginigra") pero la configuración genital es muy distinta. Los caracteres diagnósticos de *P. rafaelamothéi* son: clípeo con el borde anterior escotado; clípeo, frente y bordes pronotales con sedas erectas; maza antenal dos veces más larga que los cuatro artejos precedentes; bordes laterales del pronoto ligeramente crenulados; élitros con reflejos vítreos verdosos y escasas sedas diminutas en el tercio apical; placa pigidial rugosa; uñas tarsales con denticulo ventral estrecho y aguzado, cercano a la base unguinal; falobase proyectada sobre el forámen distal; soporte del edeago tubular, grueso, con dos espinas dorsales preapicales gruesas y alargadas.

#### AGRADECIMIENTOS

A Guillermo Nogueira (Universidad Autónoma de Guadalajara) por la donación de las muestras que fundamentan este trabajo. César Vicente Rojas Gómez y Roberto Arce Pérez (INECOL, Xalapa) apoyaron

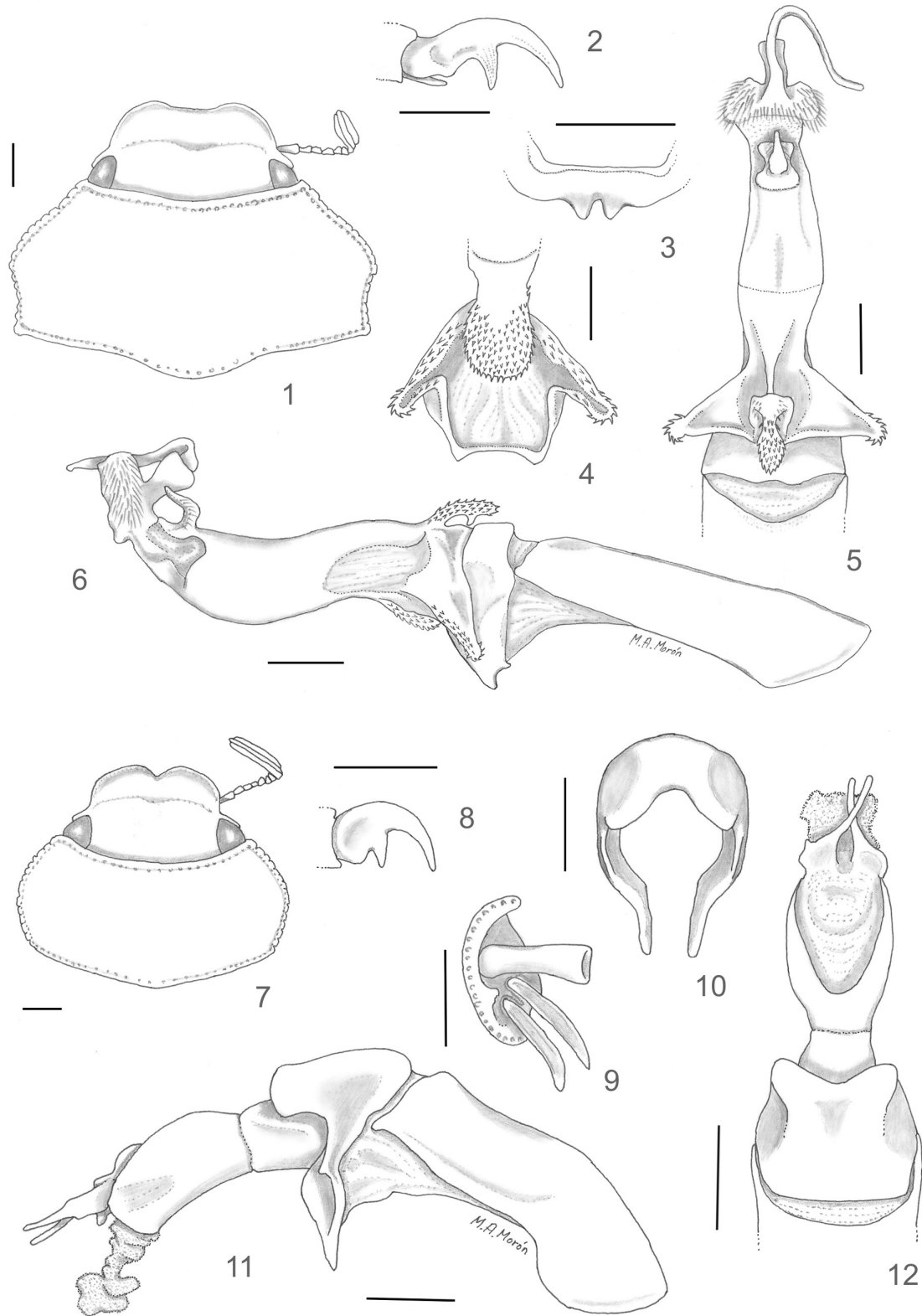
aspectos técnicos de esta investigación que representa una contribución a la línea de investigación sobre Sistemática, biología e importancia de los Coleópteros Lamelicornios de América Latina, apoyada por el INECOL (cuenta 2003010011).

#### LITERATURA CITADA

- Dobrowski, S. Z. 2010. A climatic basis for microrefugia: the influence of terrain on climate. *Global change Biology*, 16(1): 1-14.
- Hewitt, G. M. 1996. Some genetic consequences of ice ages and speciation. *Biological Journal of the Linnean Society*, 58(3): 247-276.
- Loehle, C. 2007. Predicting Pleistocene climate from vegetation in North America. *Climate of the Past*, 3(1): 109-118.
- Morón, M.A. 1986. *El género Phyllophaga en México. Morfología, Distribución y Sistemática Supraespecífica (Insecta: Coleoptera)*. Publicaciones 20, Instituto de Ecología, México.
- Morón, M. A. 2003. Revision of the *Phyllophaga* s.s. *schizorhina* species group (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae). *The Canadian Entomologist*, 135(2): 213-302.
- Morón, M. A. 2015. Especies nuevas de *Phyllophaga* Harris (Coleoptera: Melolonthidae, Melolonthinae) del oriente de México. *Dugesiana*, 22(2):81-94
- Morón, M. A. y G. Nogueira. 2014. Nuevas especies de *Phyllophaga* Harris (Coleoptera: Melolonthidae) del estado de Jalisco, México. *Dugesiana*, 21(1): 37-46.
- Morón, M. A., L. E. Rivera-Cervantes y M. López-Vieyra, 2001. New species of *Phyllophaga* Harris (Coleoptera: Melolonthidae, Melolonthinae) from Biosphere Reserve of Manantlán, Jalisco, México. *Coleopterists Bulletin*, 55(4): 485-500.
- Sanderson, M. W. 1958. Faunal affinities of Arizona *Phyllophaga*, with notes and descriptions of new species. *Journal of Kansas Entomological Society*, 31(2): 158-173.
- Saylor, L. W. 1940. Revision of the scarabeid beetles of the *Phyllophaga* subgenus *Listrochelus* of the U. S. with discussion of related subgenera. *Proceedings of the United States National Museum*, 89(3095): 59-130.
- White, S. E. 1987. Quaternary glacial stratigraphy and chronology of Mexico. *Quaternary Science Reviews*, 5 (1-4): 201-205.

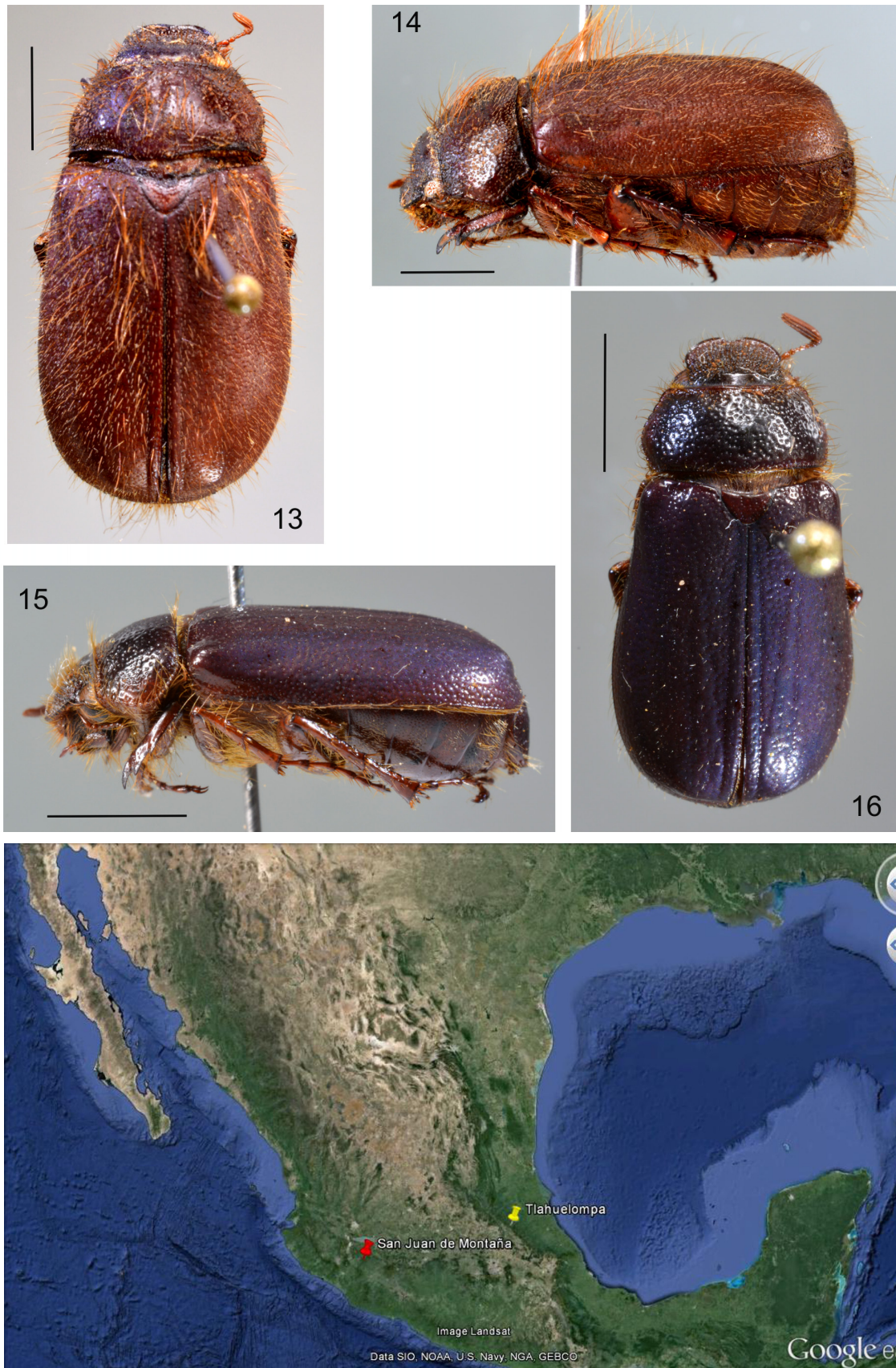
Recibido: 8 de febrero 2016

Aceptado: 12 de abril 2016



Figuras 1-6. *Phyllophaga gastonguzmani*, macho: 1) Cabeza y pronoto. 2) Uña protarsal externa. 3) Aspecto ventral del borde inferior del ápice de los parámetros. 4) Aspecto distal de los parámetros y la parte ventral de la base del edeago. 5) Aspecto dorsal de la falobase y el edeago extendido. 6) Cápsula genital completa, lateral. Figs. 7-12. *Phyllophaga rafaellamothei*, macho: 7) Cabeza y pronoto. 8) Uña protarsal externa. 9) Ápice metatibia, distal. 10) Parámetros, aspecto distal. 11) Cápsula genital completa, lateral. 12) Aspecto dorsal falobase y edeago extendido. Líneas de escala = 1 mm, excepto figs. 2, 3, 8 = 0.5 mm.





Figuras 13-14. *Phyllophaga gastonguzmani*: 13) Aspecto dorsal. 14) Lateral. Figs. 15-16. *Phyllophaga rafaellamothei*: 15) Aspecto lateral. 16) Dorsal. Líneas de escala = 2 mm. Figura 17. Ubicación de las localidades típicas de *Phyllophaga gastonguzmani* (rojo) y *P. rafaellamothei* (amarillo). Mapa modificado de Google earth 13/12/15.

**A new species of *Anagyrus* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) from Puerto Rico (USA), parasitoid of the *Harrisia* cactus mealybug, *Hypogeococcus* sp. (Hemiptera: Pseudococcidae), on *Pilosocereus royenii* (Cactaceae)**

**Una nueva especie de *Anagyrus* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) de Puerto Rico (EE.UU.), parasitoide del piojo harinoso del cactus *Harrisia*, *Hypogeococcus* sp. (Hemiptera: Pseudococcidae), sobre *Pilosocereus royenii* (Cactaceae)**

**Serguei Vladimirovich Triapitsyn**

Entomology Research Museum, Department of Entomology, University of California, Riverside, California, 92521, USA, [serguei.triapitsyn@ucr.edu](mailto:serguei.triapitsyn@ucr.edu)

**ABSTRACT**

A new species of the genus *Anagyrus* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae), *A. ciomperliki* sp. n., is described from Puerto Rico (USA) as a primary parasitoid of the *Harrisia* cactus mealybug, *Hypogeococcus* sp. (Hemiptera: Pseudococcidae), on the native cactus *Pilosocereus royenii* (Cactaceae).

**Key words:** Hymenoptera, Encyrtidae, *Anagyrus*, Puerto Rico, parasitoid, mealybug, *Hypogeococcus*.

**RESUMEN**

Se describe una nueva especie del género *Anagyrus* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae), *A. ciomperliki* sp. n. de Puerto Rico (EE.UU.) como un parasitoide primario del piojo harinoso del cactus *Harrisia*, *Hypogeococcus* sp. (Hemiptera: Pseudococcidae), sobre el cactus nativo *Pilosocereus royenii* (Cactaceae).

**Palabras clave:** Hymenoptera, Encyrtidae, *Anagyrus*, Puerto Rico, parasitoide, piojo harinoso, *Hypogeococcus*.

A new species of the genus *Anagyrus* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae), *A. ciomperliki* sp. n., is described from Puerto Rico (USA) as a primary parasitoid of *Hypogeococcus* sp. (Hemiptera: Pseudococcidae) on *Pilosocereus royenii* (Cactaceae). It is presumably a native natural enemy of *Hypogeococcus* sp., commonly called the *Harrisia* cactus mealybug which is often misidentified as *H. pungens* Granara de Willink. The latter, according to the unpublished data by Guillermo A. Logarzo (personal communication), attacks only Amaranthaceae and is not conspecific with the gall-like inducing *Hypogeococcus* sp. of yet unknown origin that devastates or threatens the native cacti, including *P. royenii*, in Puerto Rico and also in some other Caribbean islands (Triapitsyn, Aguirre et al. 2014; Carrera-Martínez et al. 2015).

All the specimens had been initially preserved in 80% ethanol; later they were dried using a critical point dryer, point-mounted, and then one female and one male were slide-mounted in Canada balsam. Terms for morphological features in the description are those of Gibson (1997). Measurements are given in micrometers (µm) as length or length: width (for the wings). An abbreviation used is: F = antennal funicle segment. Type specimens are deposited in the collections of Museo de Entomología y Biodiversidad Tropical, Universidad de Puerto Rico, Jardín Botánico Norte, San Juan, Puerto Rico (USA) (MEBT) and Entomology Research Museum, University of California, Riverside, California, USA (UCRC).

**RESULTS**

**TAXONOMY**

*Anagyrus ciomperliki* Triapitsyn sp. n.

(Figs 1-9)

<http://zoobank.org/0D0A54E0-7E61-4958-8AFC-D48B01177E96>

**Type material.** Holotype female [UCRC] on slide (Fig. 4) labeled: 1. "PUERTO RICO (USA): Cabo Rojo, U. S. Fish and Wildlife Service Cabo Rojo National Wildlife Refuge, 24.iv.2012, A. Francis, from *Hypogeococcus pungens* Granara de Willink on cactus, *Pilosocereus royenii*"; 2. "Mounted by V. V. Berezovskiy 2013 in Canada balsam"; 3. "*Anagyrus* ♀ Det. by S. V. Triapitsyn 2013"; 4. [magenta] "*Anagyrus ciomperliki* Triapitsyn HOLOTYPE ♀"; 5. [barcode database label] "UCRC UCRC\_ENT 00407592". The holotype is in excellent condition, complete, dissected under 4 coverslips. Paratypes (2 females, 2 males), same data as the holotype [1 male on point, MEBT; 1 female, 1 male on points and 1 male on slide, UCRC]. The correct host is the *Harrisia* cactus mealybug, *Hypogeococcus* sp.

**Description.** FEMALE (holotype). Color. Body (as in Fig. 1) including head mostly orange except face between toruli, gena (partially), propodeum, and gaster brown; eyes gray, ocelli pink; radicle dark brown, rest of scape mostly dark brown except for a small basal white spot and a transverse, subapical white band, basal half or so of pedicel dark brown and apical half or so white, F1 and F2 brown, rest of flagellum white except base of F3 brownish; legs mostly dirty whitish.



**Sculpture.** Head and mesosoma, and also gaster partially, with fine but conspicuous coriaceous-rugose sculpture; scape mostly reticulate.

**Pubescence.** Head and mesosoma with dark setae, these mostly short except for a pair of longer setae on mesoscutum near its posterior margin and 3 pairs of long setae on scutellum.

Head wider than high. Toruli just below level of lower eye margin. Ocelli in an obtuse triangle; minimum distance between posterior ocelli (POL)  $2.2\times$  greater than that between posterior ocellus and eye margin (OOL); distance between posterior ocellus and occipital margin about the same as OOL. Maxillary palpus 4-segmented, labial palpus 3-segmented.

Antenna (Fig. 3) with radicle  $2.8\times$  as long as wide, rest of scape strongly broadened,  $2.0\times$  as long as wide; pedicel  $2.5\times$  as long as wide, longer than F1; funicle segments all longer than wide, F1 the longest, F2-F6 subequal in length (F5 the shortest); clava 3-segmented,  $2.6\times$  as long as wide and shorter than combined length of F4-F6; flagellar segments all with several (at least 2) longitudinal sensilla except F1 with 1 short longitudinal sensillum on one antenna (but lacking it on the other).

Mesosoma (Fig. 5). Mesoscutum about  $1.7\times$  as wide as long; scutellum a little wider than long, slightly shorter than mesoscutum, scutellar apex narrowly rounded, placoid sensilla close to each other and about in the middle of scutellum.

Wings (Fig. 6) not abbreviated. Fore wing about  $2.4\times$  as long as wide, with disc hyaline; linea calva interrupted by 2 rows of setae; costal cell about  $17\times$  as long as wide; marginal vein longer than wide, postmarginal vein a little shorter than stigmal vein. Hind wing  $4.1\times$  as long as wide, with disc hyaline.

Legs. Mesotibial spur slightly longer than mesobasitarsus.

Gaster (Fig. 5) longer than mesosoma. Ovipositor occupying a little more than half length of gaster, exerted a little beyond its apex (by about one-tenth of total length of ovipositor), and  $1.4\times$  as long as metatibia.

Measurements ( $\mu\text{m}$ ) of the holotype. Mesosoma 566; metasoma 836; ovipositor 523. Antenna: radicle 61; rest of scape 239; pedicel 91; F1 75; F2 67; F3 65; F4 67; F5 61; F6 67; clava 179. Fore wing 1009; 424; longest marginal seta 30. Hind wing 683; 167; longest marginal seta 36.

Variation (dry-mounted, critical point-dried paratype, Fig. 1). Body length 1255  $\mu\text{m}$ .

**MALE** (paratypes). Body length 860  $\mu\text{m}$  (dry-mounted, critical point-dried specimens). Body (Fig. 2) including head mostly brown (face, axillae, and gaster) to dark brown except mesopleuron light brown with some orange; antenna with radicle dark brown, rest of scape mostly white except for a large subapical brown spot dorsally, pedicel light brown ventrally and brown dorsally, F1 brown and rest of flagellum grayish or dirty whitish; legs mostly dirty white except protibia and protarsus a little darker. Antenna (Fig. 7) with scape minus short radicle  $2.6\times$  as long as wide; funicle segments all longer than wide (F1 the longest); clava entire,  $5.4\times$  as long as wide; flagellar segments all with longitudinal sensilla and numerous long setae, F6 with 4 and base of clava with 2 or 3 scale-like structures ventrally. Fore wing (Fig. 8)  $2.2\times$  as long

as wide; hind wing about  $3.7\times$  as long as wide. Gaster shorter than mesosoma; genitalia (Fig. 9; length 369  $\mu\text{m}$ ) occupying about 0.3 length of gaster, markedly exerted beyond gastral apex.

**Diagnosis.** The new species is somewhat similar to some (those with only F1 and F2 of the female antenna dark) *A. quilmes* Triapitsyn, Logarzo and Aguirre from Argentina, reared there from the true *H. pungens* on Amaranthaceae (Triapitsyn, Logarzo et al. 2014), and then further illustrated by Triapitsyn, Aguirre et al. (2014). The female of *A. ciomperliki* differs from that of *A. quilmes* in having F1 shorter than pedicel (F1 conspicuously longer than pedicel in the latter).

In Noyes (2000), *A. ciomperliki* keys to couplet 42 together with *A. aega* Noyes from Costa Rica, so it is modified below to separate females of these two species.

42. Both F1 and F2 brown ..... 42a

–Only F1 brown ..... 43

42a. Basal two-thirds or so of pedicel dark brown, its apex dirty white; fore wing with linea calva interrupted by 4 lines of setae ..... *A. aega* Noyes

–Basal half or so of pedicel dark brown, its entire apical half or so white (Fig. 3); fore wing with linea calva interrupted by 2 lines of setae (Fig. 6) . *A. ciomperliki* sp. n.

In addition, *A. ciomperliki* differs from other similar Neotropical species (described from Costa Rica), *A. eudora* Noyes and Menezes and *A. villalobosi* Noyes and Menezes (Noyes 2000), in having the fore wing with linea calva interrupted by 2 lines of setae (at least by 4 lines in the latter two species).

**Etymology.** This species is named after Matthew A. Ciomperlik, Director of the USDA APHIS PPQ CPHST Mission Laboratory in Edinburg, Texas, USA, who sent me this series of specimens for identification.

## ACKNOWLEDGMENT

I thank Vladimir V. Berezovskiy (UCRC) for mounting specimens.

## LITERATURE CITED

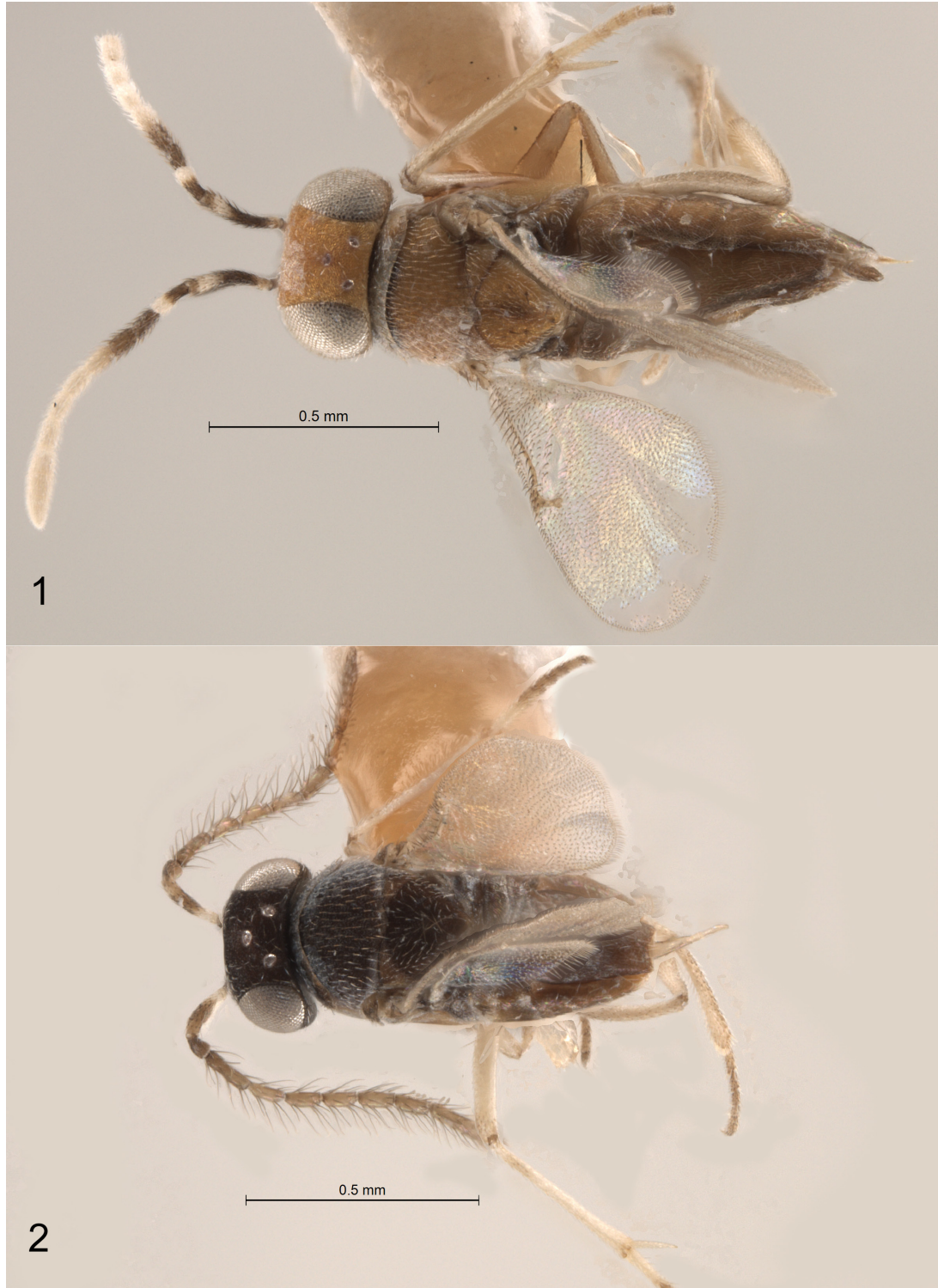
- Carrera-Martínez, R., L. Aponte-Díaz, J. Ruiz-Arocho and D.A. Jenkins. 2015. Symptomatology of infestation by *Hypogeococcus pungens*: contrasts between host species. *Haseltonia*, (21): 14-18.
- Gibson, G.A.P. 1997. Chapter 2. Morphology and terminology. (pp. 16-44). In: Gibson, G.A.P., J.T. Huber and J.B. Woolley (Eds.). *Annotated keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera)*. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada.
- Noyes, J.S. 2000. Encyrtidae of Costa Rica (Hymenoptera: Chalcidoidea), 1. The subfamily Tetracneminae, parasitoids of mealybugs (Homoptera: Pseudococcidae). *Memoirs of the American Entomological Institute*, 62: plate 1 + 1-355.
- Triapitsyn, S.V., M.B. Aguirre, G.A. Logarzo and A. Dal Molin. 2014. Taxonomic notes on primary and secondary parasitoids (Hymenoptera: Encyrtidae and Signiphoridae) of *Hypogeococcus* spp. (Homoptera: Pseudococcidae) in Argentina. *Acta Zoológica Lilloana*, 58 (2): 171-186.

Triapitsyn, S.V., G.A. Logarzo, M.B. Aguirre and D.A. Aquino. 2014. Two new species of *Anagyrus* (Hymenoptera: Encyrtidae) from Argentina, parasitoids

of *Hypogeococcus* spp. (Hemiptera: Pseudococcidae), with taxonomic notes on some congeneric taxa. *Zootaxa*, 3861 (3): 201-230.

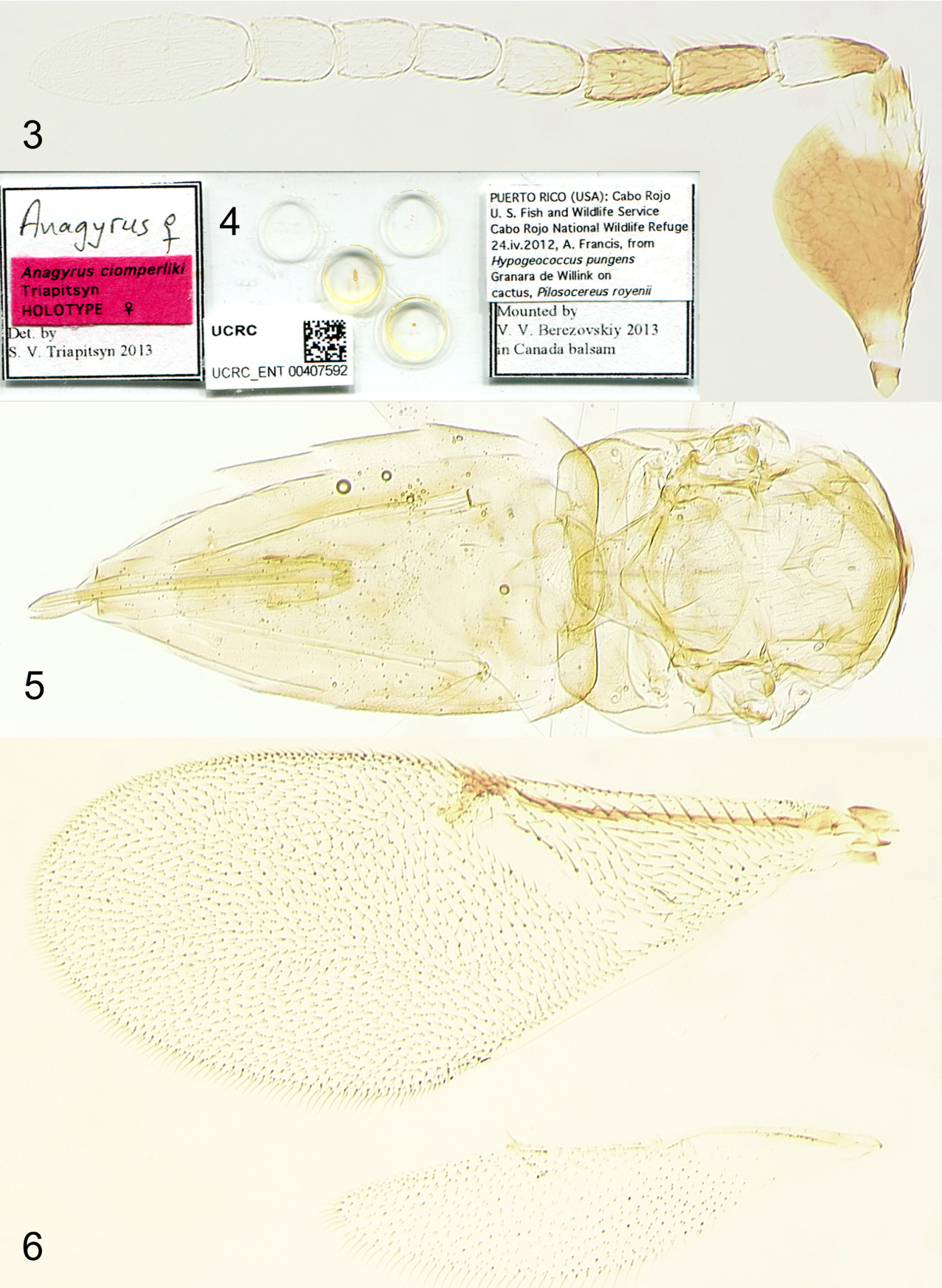
Recibido: 22 de marzo 2016

Aceptado: 17 de mayo 2016



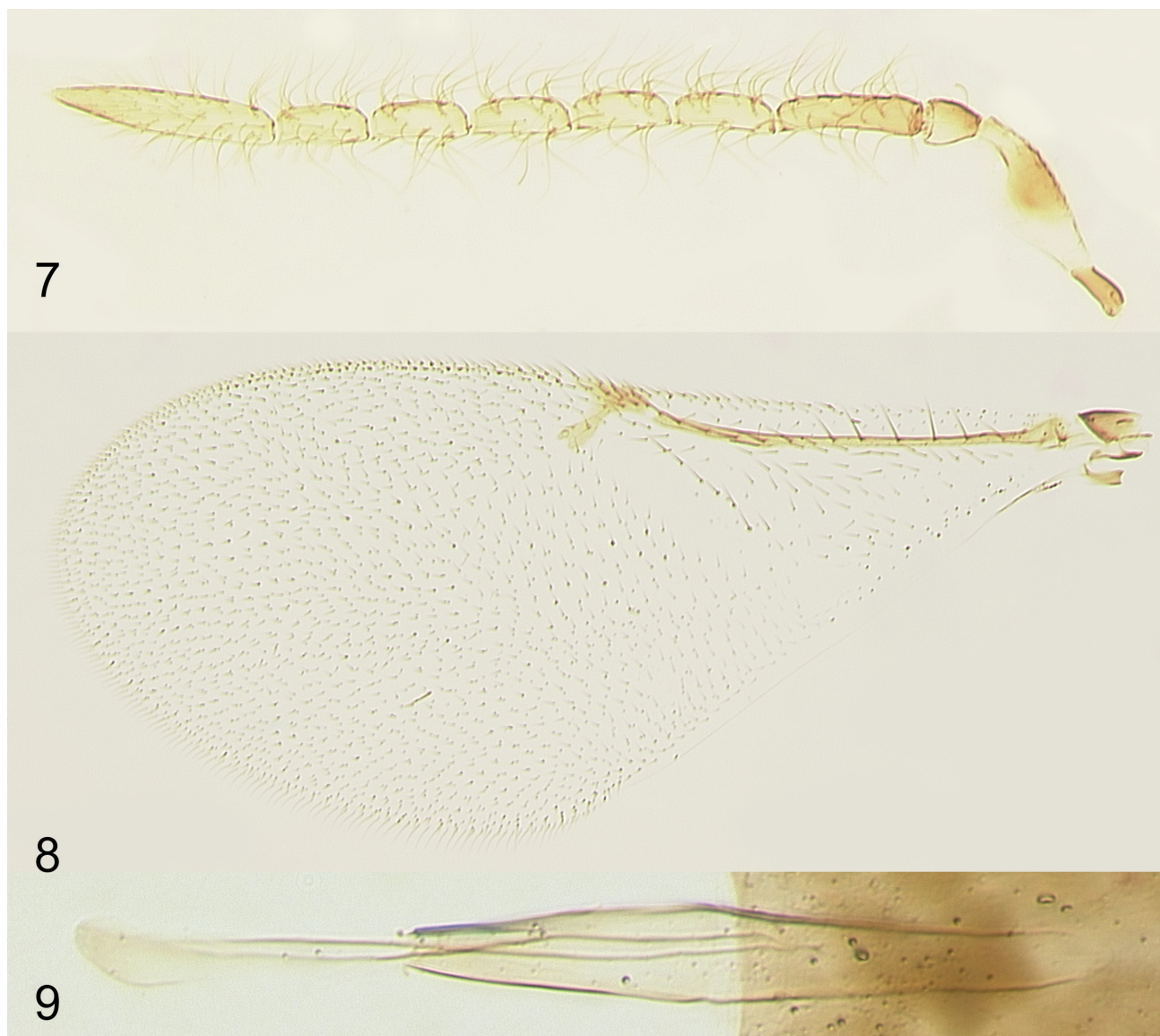
Figures 1, 2. *Anagyrus ciomperliki* (paratypes): 1. Female habitus. 2. Male habitus.





Figures 3-6. *Anagyrus ciomperliki* (female holotype): 3. Antenna. 4. Slide. 5. Mesosoma and metasoma. 6. Fore and hind wings.





Figures 7-9. *Anagyrus ciomperliki* (male paratype): 7. Antenna. 8. Fore wing. 9. Genitalia.

# **XVIII SIMPOSIO DE ZOOLOGÍA**

## **“Dra. Imelda Martínez”**



**CONFERENCIAS**

**CURSOS**

**EXPOSICIONES**

**FERIA DEL LIBRO**

**24-28 de octubre 2016**

**Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias  
Universidad de Guadalajara**

Informes

[simposiozoologia@gmail.com](mailto:simposiozoologia@gmail.com)



## Registro de *Eretmocerus picketti* Rose & Zolnerowich (Hymenoptera: Chalcidoidea: Aphelinidae), parasitoide de *Tetraleurodes acaciae* (Quaintance) (Hemiptera: Aleyrodidae) en Durango, México

### Record of *Eretmocerus picketti* Rose & Zolnerowich (Hymenoptera: Chalcidoidea: Aphelinidae), parasitoid of *Tetraleurodes acaciae* (Quaintance) (Hemiptera: Aleyrodidae) in Durango, Mexico

<sup>1</sup>Svetlana Nikolaevna Myartseva, <sup>2</sup>Fabián García-González, <sup>1</sup>Juana María Coronado-Blanco\* & <sup>1</sup>Enrique Ruíz-Cancino. <sup>1</sup>Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario, 87149 Cd. Victoria, Tamaulipas <sup>2</sup>Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo Durango, \*Autora de correspondencia: jmcoronado@uat.edu.mx.

Las avispas parasíticas de la familia Aphelinidae son importantes en el control biológico de las mosquitas blancas (Aleyrodidae) y de las escamas (Diaspididae, Coccidae). El género *Eretmocerus* Haldeman contiene 86 especies en la fauna mundial (Noyes 2015) y 21 especies en México, incluyendo seis especies descritas de México: *Eretmocerus antennator* Myartseva, *E. clavator* Myartseva, *E. evansi* Myartseva, *E. leucaenae* Myartseva, *E. montanus* Myartseva y *E. naranjiae* Myartseva, todas son enemigos naturales de Aleyrodidae (Myartseva et al. 2012a). Actualmente se han identificado cinco especies de *Eretmocerus* que parasitan *Tetraleurodes* spp. (Hemiptera: Aleyrodidae), incluyendo dos que atacan a la mosquita blanca *T. acaciae* (Quaintance): *Eretmocerus portoricensis* Dozier y *E. picketti* Rose y Zolnerowich (Myartseva et al. 2012b); *E. portoricensis* fue mencionada para México por De Santis (1989) pero el reporte de esta especie en México requiere confirmación ya que todos los registros posteriores se basan en la referencia de De Santis.

La especie *E. picketti* fue descrita por Rose y Zolnerowich (2003) de material colectado en Imperial County Agricultural Commissioner's Office, El Centro, California, E.E.U.U., por M. Rose y C. Pickett, en algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.: Fabaceae).

Cuatro especies de parasitoides han sido colectados en varias localidades del país, a partir de ninfas de *T. acaciae* y de otras mosquitas blancas: *Encarsia hispida* De Santis en Quesín, Sinaloa, el 26 de julio de 1990 en *Glycine max* (L.) (Fabaceae) (col. B. Alvarado); *Encarsia luteola* Howard y *Encarsia moctezumana* Myartseva y Evans en el Balcón Moctezuma, situado a 24 km SSW de Cd. Victoria, Tamaulipas, el 23 de febrero de 1999 en *Randia* sp. (Rubiaceae) (col. S.N. Myartseva); y *Encarsia paracitrella* Evans & Polaszek en Tulum, Quintana Roo, en agosto de 1990 en *Euphorbia* sp. (Euphorbiaceae) (col. F.D. Bennett) (Myartseva et al. 2012a).

En Bermejillo, Durango, el 29 de agosto del 2013 los autores colectaron ramas con hojas de huizache *Acacia farnesiana* (L.) Willd. infestadas con ninfas de *T. acaciae*, las cuales fueron colocadas en cápsulas de gel para detectar la emergencia de parasitoides y realizar después el estudio morfológico y taxonómico. Emergieron diez hembras y cinco machos de *E. picketti*.

La mosquita blanca de las acacias *T. acaciae* es conocida en áreas desérticas del sur de México hasta Porterville en el norte de California, Estados Unidos. Generalmente se encuentra en leguminosas perennes de los géneros *Acacia*, *Cercis* y *Erythrina*. Existen registros confirmando su presencia en especies de *Bauhinia*, *Citrus* y *Morus* (Rose y Zolnerowich 2003). Myartseva et al. (2012a) comentaron que considerando la amplia distribución de esta mosquita blanca en México, era posible que fuera parasitada también por *E. picketti*, parasitoide que podría entrar a México desde California, Estados Unidos por ecesis con su hospedero, por esta razón *E. picketti* fue incluido en el libro sobre Aphelinidae de México. Ahora se confirma su presencia en Durango, México, siendo el primer registro de *E. picketti* para el país.

La diagnosis morfológica de *Eretmocerus picketti* es la siguiente:

Hembra. Escapo antenal (Fig. 1) 4.6 veces tan largo como ancho, pedicelo 2.5 veces tan largo como ancho; segmento funicular 1 triangular, segmento 2 comprimido. Maza antenal espatulada, con el ápice truncado, 5.1 veces tan larga como ancha. Lóbulo medio del mesoescudo con seis setas. Alas anteriores redondeadas, 2.52 veces tan largas como la anchura alar máxima, fleco marginal corto, 0.21 veces la anchura alar máxima. Entre la vena marginal y la línea calva hay una hilera de 9-22 setas; base del ala con 1-3 setas. Ovipositor robusto y prominente, expuesto, a menudo curvo en el ápice, 1.31 veces tan largo como la maza y 1.14 veces tan largo como la tibia media. Cabeza

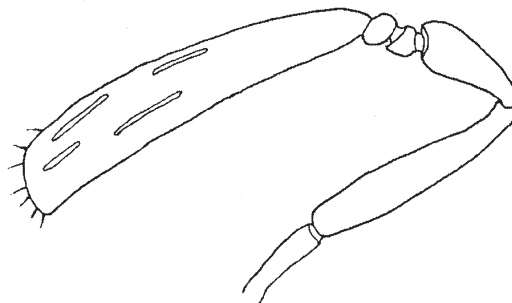


Figura 1. *Eretmocerus picketti*, hembra – antena.

pardo claro, ojos pardo oscuro, antenas pardo claro. Cuerpo amarillo claro, patas pardo claro. Alas anteriores hialinas. Ovipositor pardo claro.

Macho. Cabeza y cuerpo con pigmentación característica: mesoescudo con dos bandas longitudinales pardo oscuras que pueden tocarse anteriormente, propodeo fusco oscuro. Patas con los segmentos tarsales basales fusco oscuro.

#### AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Tamaulipas y a la Universidad Autónoma Chapingo, por su apoyo para el estudio de los himenópteros benéficos de México.

#### LITERATURA CITADA

De Santis, L. 1989. *Catálogo de los himenópteros calcidoideos (Hymenoptera) al sur de los Estados Unidos, Segundo Suplemento*. Acta Entomológica Chilena, 15: 9-90.

Myartseva S.N., E. Ruíz C. y J.M. Coronado B. 2012a. *Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) de importancia agrícola en México. Revisión y claves*.

Serie Avispas Parasíticas de Plagas y otros Insectos No. 8. Universidad Autónoma de Tamaulipas. México. CD.

Myartseva S.N., E. Ruíz C. y J.M. Coronado B. 2012b. Especies de *Eretmocerus* Haldeman (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitoides de mosquitos blancos del género *Tetraleurodes* Cockerell (Homoptera: Aleyrodidae) en México, con la descripción de tres especies nuevas. *Dugesiana*, 18(2): 189-195.

Noyes, J.S. 2015. *Universal Chalcidoidea Database [online]*. Worldwide Web electronic publication. <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoidea> (last updated: April 2015).

Rose, M. and G. Zolnerowich. 2003. *Eretmocerus picketti* new species (Hymenoptera: Chalcidoidea: Aphelinidae) reared from *Tetraleurodes acaciae* (Quaintance) (Homoptera: Aleyrodidae: Aleyrodinae). *Pan-Pacific Entomologist*, 79(2): 119-127.

Recibido: 22 de octubre 2015

Aceptado: 20 de junio 2016

## Primer registro de *Euagrus leones* Coyle, 1988 (Araneae: Dipluridae) para el Estado de México

### First record of *Euagrus leones* Coyle, 1988 (Araneae: Dipluridae) for the Estado de México

Julio C. Estrada-Álvarez\*, Jessica M. Sánchez-Jasso\*\* & Juan Pablo Medina-Castro\*\*

\* Museo Universitario de Historia Natural, Dr. Manuel M. Villada UAEMex, Inst. Literario 100, Colonia Centro, Toluca, Estado México C.P. 50000 & Laboratorio de Investigación y Análisis, Entomological Research, Metepec, Estado México. Email: micraten@yahoo.com.mx; \*\*Institute of biodiversity, research, development and sustainability (iBIRDS), Toluca, Estado de México.

El Estado de México se ubica en la parte central de la República Mexicana, entre las coordenadas 18° 20'-20°17'Norte y 98° 35'-100° 37' Oeste. Biogeográficamente, ocupa las tres regiones de México (Nearctica, Zona de transición y Neotropical). Fisiográficamente se encuentra en las Provincias Sierra Madre del Sur y la Faja Volcánica Transmexicana; presenta un gradiente altitudinal de 420-5500 msnm (Estrada-Álvarez 2014).

Los géneros *Ischnothele* Ausserer, 1875 y *Euagrus* Ausserer, 1875, son los dos únicos géneros de la familia Dipluridae presentes en México (Coyle 1988, 1995; World Spider Catalog 2015). *Ischnothele* con dos especies en el sureste mexicano (*I. caudata* Ausserer, 1875 e *I. digitata* (O. Pickard-Cambridge, 1892)) (Coyle 1995; Hoffmann 1976) y *Euagrus* con 17 de las 22 especies descritas, esto ubican a México como el país con el mayor número de especies de *Euagrus*. Para el Estado de México, se han registrado dos especies *E. gus* Coyle, 1988 y *E. mexicanus* Ausserer, 1875 (Coyle, 1988; Desales-Lara 2014; Estrada-Álvarez 2014). El presente escrito documenta el primer registro de *Euagrus leones* Coyle, 1988 en el Estado de México.

En los meses de abril-agosto del 2015 y abril-marzo del 2016 se realizaron recolectas en las localidades Ejido de Amanalco de Becerra y en el Parque Estatal Presa Corral de Piedra, del municipio de Amanalco de Becerra, Estado de México, en busca de arañas migalomorfas, realizando caminatas diurnas y nocturnas, buscando activamente, debajo de rocas, troncos, entre corteza de árboles, así como utilizando trampas "pitfall" (de caída); los ejemplares recolectados fueron fijados en alcohol al 80%. El estudio del material se realizó con los ejemplares embebidos en alcohol 70%, siguiendo la metodología de Coyle 1988, las imágenes se obtuvieron por acoplamiento manual de una cámara digital a un estereoscopio. Las medidas se expresan en milímetros. Los ejemplares están depositados en el Laboratorio de Investigación y Análisis, Entomological Research, Metepec, Estado México (dip00001-dip00011).

*Euagrus leones* Coyle, 1988  
(Figs. 1-7)

**Diagnosis:** ♂♂ *E. leones* se distingue por la forma de las quillas del Metatarso II, con la quilla retrolateral muy desarrollada, curvada y trunca apicalmente, ocultando a la quilla prolateral; la quilla prolateral trunca apicalmente (Fig. 1-3) (Coyle, 1988: 255; Fig. 176, 177). ♀♀ Difíciles

de separar de *E. gus*, ambas presentan espermatecas con sacos laterales muy largos, se necesita la revisión de machos para una correcta determinación (Coyle, 1988: 226, 255).

**Distribución conocida:** México, D.F., [Delegación Cuajimalpa de Morelos], [Parque Nacional] Desierto de los Leones, Santa Rosa, Colonia Contreras (Coyle, 1988: 255).

**Primer registro estatal:** México, Estado de México, Mpio. Amanalco de Becerra, Localidad Parque Ejidal "Corral de Piedra" (99° 57' 5.65" W; 19° 13' 20.17" N), 2982 msnm; 22/III/2015; Estrada-Álvarez J. C. & Sánchez-Jasso J. M. Col.; Trampa Pitfall (dip00001-dip00004), 2♂♂, 2♀♀. Misma localidad y colectores; 16/V/2015, Colecta a mano, debajo de troncos (dip00005- dip00007). 3♀♀, Localidad Ejido de Amanalco; 01 y 03 de Abril del 2016; Estrada-Álvarez J. C. & Procopio J. Colecta a mano, entre corteza de troncos podridos (dip00008- dip00011) 2♀♀, 2 juv.

### AGRADECIMIENTOS

Al Ejido de Amanalco de Becerra Estado de México por las atenciones mostradas, a los tres revisores anónimos y a la Biol. Lidia R. Ordoñez E. que enriquecieron este texto, al Biol. Juan Procopio H. por coleccionar y caminar a nuestro lado.

### LITERATURA CITADA

- Coyle, F.A. 1988. A revision of the American funnel-web mygalomorph spider genus *Euagrus* (Araneae, Dipluridae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 187(3): 203-292.
- Coyle, F.A. 1995. A revision of the funnelweb mygalomorph spider subfamily Ischnothelinae (Araneae, Dipluridae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 226: 1-133.
- Desales-Lara, M.A. 2014. Araneofauna (Arachnida: Araneae) del Estado de México, México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 30(2): 298-320.
- Estrada-Álvarez, J.C. 2014. New data from mygalomorph spiders (Araneae: Mygalomorphae) of Estado de Mexico, with taxonomic comments about the genus *Davus* O. Pickard-Cambridge, 1892. *Dugesiana*, 21(1): 55-66.
- Hoffmann, A. 1976. *Relación bibliográfica preliminar de las arañas de México (Arachnida: Araneae)*. Publicaciones Especiales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, 3: 1-117.

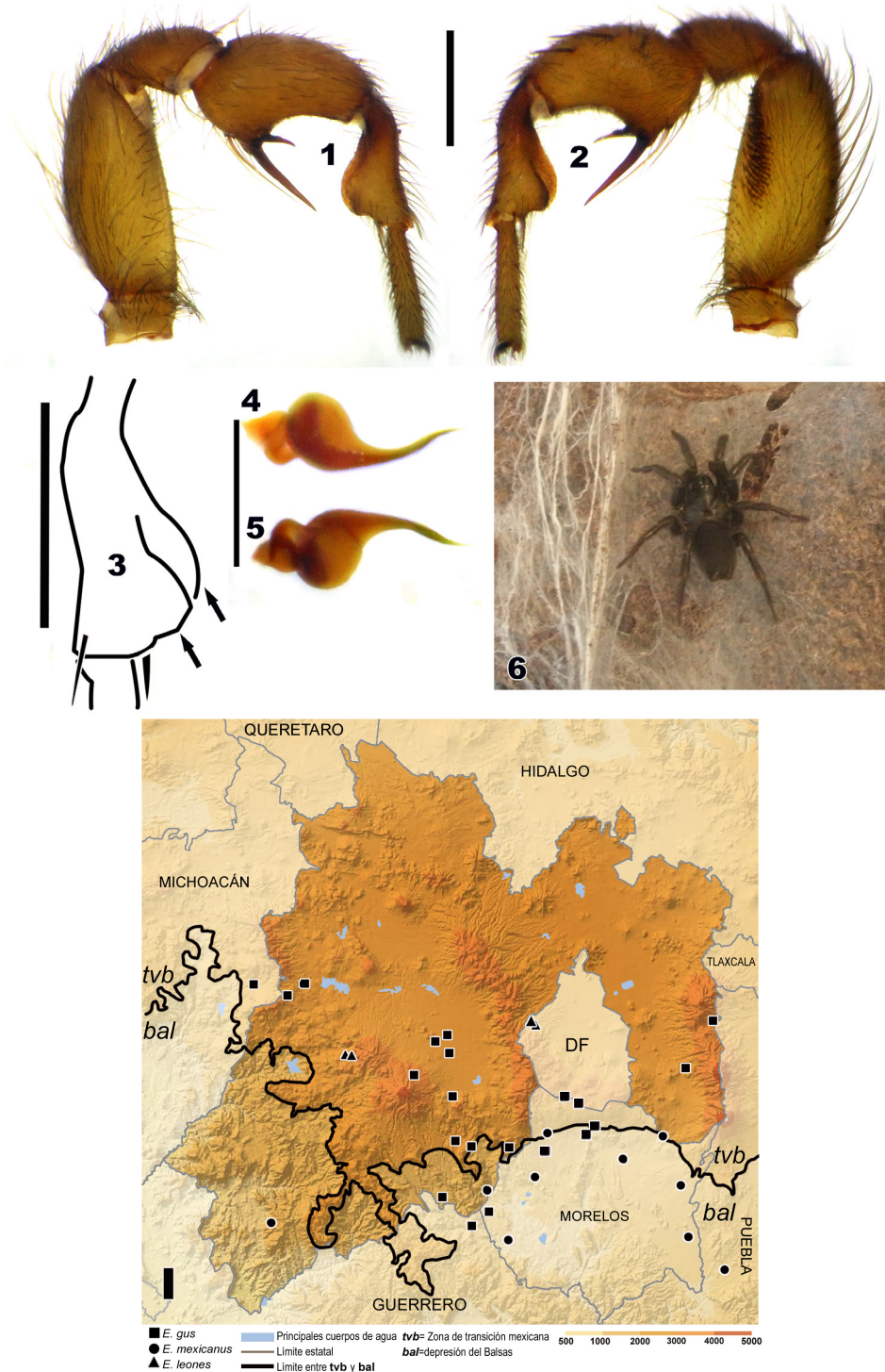


Morrone, J.J. & Márquez, J. 2008. Biodiversity of Mexican terrestrial arthropods (Arachnida and Hexapoda): a biogeographical puzzle. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 24 (1): 15-41.

World Spider Catalog, 2015. *World Spider Catalog*. Natural History Museum of Bern. disponible en línea: <http://wsc.nmbe.ch>, version 16.5, último acceso [03/X/2015].

Recibido:

Aceptado:



Figuras 1-6) *Euagrus leones* Coyle, 1988. 1-3) Pata II izquierda, 1) Vista retrolateral, 2) Vista prolateral, 3) Metatarso II, en vista retrolateral, mostrando las quillas; 4, 5) Bulbo pedipalpar, 4) Vista Prolateral, 5) Vista retrolateral; 6) Hembra In situ. Barra de escala 1-3=1mm; 4, 5=0.5mm. Figura 7) Mapa hipsográfico mostrando la distribución conocida del género *Euagrus* Ausserer, 1875 (Araneae: Dipluridae), en el Estado de México y áreas limítrofes.

## Los alacranes (Arachnida: Scorpionida) en la filatelia

### Scorpions (Arachnida: Scorpionida) in postal stamps

Benigno Gómez<sup>1</sup> & Christiane Junghans<sup>2</sup>

El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Carr. Panamericana y Periférico Sur s/n. Barrio de María Auxiliadora. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. México. <sup>1</sup>bgomez@ecosur.mx; <sup>2</sup>cjunghans@ecosur.mx

#### RESUMEN

Se presenta una revisión de la presencia de los alacranes en la filatelia mundial. Se revisaron diversos documentos especializados, aunado a ello se realizó una búsqueda exhaustiva en internet con el fin de localizar sellos con imágenes alusivas de estos arácnidos. Se encontraron 47 sellos postales que presentan imágenes de 31 especies de escorpiones emitidos por 35 países, territorios o instituciones. Históricamente, el primer sello con este Orden de arácnidos fue emitido en 1964 por Togo. Finalmente se analizan los posibles aspectos por los que un país utiliza una especie de alacrán como la imagen principal de un sello postal.

**Palabras clave:** Entomofilia, escorpiones, sello postal, entomología cultural.

#### ABSTRACT

A review of the presence of scorpions in the world philately is presented. Specialized documents were reviewed, in addition an exhaustive internet search in order to locate postage stamp with allusive images of these arachnids. There were found 47 stamps that feature pictures of 31 species of scorpions issued by 35 countries, territories or institutions. Historically, the first stamp was, issued by Togo in 1964. Finally, the possible aspects that a country uses scorpions as main image of a postage stamp are analyzed.

**Key words:** Entomophilately, scorpions, postage stamp, Cultural Entomology.

Filatelia es el término con el que Herpin (1864 *cit pos*, Palacios-Vargas 2011) definió la afición por coleccionar, clasificar sellos y documentos postales. Aunque con esta simple definición pudiera parecer que es una actividad solamente recreativa; la emisión y estudio de los sellos postales temáticos por su importancia y difusión puede traer grandes beneficios en aspectos tales como la ciencia y los científicos (Yardley 2015); la medicina (Anand *et al.* 2005; Prolla 2006); la economía (Gelber 1992); las comunicaciones y transferencia de información (Mangala y Ujwala 2012); las matemáticas (Penereiro y Lombardo 2010); la ingeniería (Penereiro y Lombardo 2011).

Los sellos postales representan documentos que formalizan el contrato tácito entre el emisor de una carta, o cualquier otro objeto con carácter postal y un servicio público que asume la responsabilidad de transportar y entregar dicha carta u objeto (Ferreira 2003). Son representaciones gráficas que pueden ser considerados como vehículos de difusión cultural y científica, ya que a pesar de su minúscula apariencia, ofrecen a quienes saben buscar, increíbles crónicas y curiosidades que enriquecen nuestro conocimiento al representar aspectos históricos, culturales, artísticos, científicos y, por supuesto, la biodiversidad de los países emisores (Smith 1954, Moucha 1962, Gómez y Junghans 2002, Marasas *et al.* 2014, Gómez *et al.* 2015), así como los problemas que enfrenta (Thot y Hillger 2012).

Los sellos postales, desde su aparición en 1840, han abordado un sinnúmero de temáticas, incluida la biodiversidad. Se considera que por su importancia económica, ecológica y cultural, así como al aspecto estético

y las relaciones que tiene con el hombre, es posible que la mayor parte de los países tengan al menos una estampilla con alguna imagen alusiva a un artrópodo (Costa-Neto 2002, Gómez y Junghans 2002). Esta rama temática de la filatelia (sobre insectos y en general sobre artrópodos) fue definido por Hamel (1990) como entomofilia.

Los alacranes son uno de los grupos más antiguos de animales terrestres, presentes desde hace más de 433-438 millones de años (Dunlop y Selden 2013, Waddington *et al.* 2015). Pertenecen a la clase Arachnida dentro del phylum Arthropoda (Cao *et al.* 2014) y comprenden aproximadamente unas 2231 especies descritas a nivel mundial (Rein-Ove 2015, Santibáñez-López *et al.* 2015). Se caracterizan por poseer un par de apéndices en forma de pinza o pedipalpos y una cola que finaliza en un aguijón provisto de un par de glándulas de veneno (Tay *et al.* 2004).

La palabra alacrán es proveniente del árabe *al-ágrab*, que quiere decir escorpión y que viene del latín *scorpio* y del griego *skorpíos*. Es así que ambos nombres se refieren al mismo animal, un arácnido muy temido por todas las personas de todas las épocas (Hoffman 1993). Por sus características han desempeñado papeles culturales, apareciendo frecuentemente en mitos y leyendas, siendo representados como seres peligrosos y mortíferos. Pero también considerándose como dioses en algunos pueblos (e.g. *Selket* en los antiguos egipcios y *Ek Chuak* para los mayas) o como maldición divina por otros y utilizados de muy diversas maneras desde tiempos remotos. Es así que los alacranes mantienen una importante función en la vida cultural y espiritual de muchos pueblos (González-Sponga



1984, Cloudsley-Thompson 1986, 1990, Melic 2002, Ferrer 2009, Armas 2001, 2011), por lo que no es de sorprender que se vean representados en la filatelia mundial.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una investigación documental con los trabajos referentes a timbres postales que describieran gráficamente a los alacranes como organismo biológico. Se revisaron documentos especializados en entomofilatelia como el Catálogo Domfil de mariposas y otros insectos (Domingo 1997), el Atlas de sellos de insectos en el mundo (Hamel 1991), la revisión de la entomofilatelia en México (Mendoza *et al.* 2006), el trabajo de Palacios-Vargas (1990) sobre Espeleofilatelia, las revisiones generales de entomofilatelia de Costa Neto (2002) y de Palacios-Vargas y Navarrete-Heredia (2003), así como una revisión exhaustiva en la internet, particularmente en los sitios: Entomophila (<http://entomophila.chez.com/>), Stampdile Limited (<http://www.stampdile.com/>), Insects on the Stamp (<http://www.asahi-net.or.jp/~CH2M-NITU/indexe.htm>), Stamp World (<http://www.stampworld.com/es/>), World Online Philatelic Agency (<https://www.wopa-stamps.com/>), Skap's Bug Stamps ([http://skap.readyhosting.com/country\\_master.htm](http://skap.readyhosting.com/country_master.htm)), Entomofilatelia del Museo Entomológico de León (Nicaragua) (<http://bionica.info/entomofilatelia/index.html>). Los resultados se concentraron en una hoja de cálculo (Microsoft Excel®), siendo los campos de captura: 1) clave de identificación, 2) país, 3) año, 4) superfamilia, 5) familia, 6) género, 7) especie válida, 8) observaciones. El arreglo taxonómico siguió la propuesta de Fet *et al.* (2000).

### RESULTADOS

Se encontraron 47 sellos postales con imágenes representando alacranes como especies biológicas, de ellos,

cinco carecen de elementos taxonómicos característicos que permitan ubicarla en alguna especie conocida, los cuales fueron emitidos por Afganistán (1986), Madagascar (1999), Somalia (2000), Eritrea (2001) y Portugal (2011). De los sellos en los que se reconocen taxonómicamente a las especies, se documentan a cuatro de las seis superfamilias de estos arácnidos y seis de las 16 familias existentes. Así mismo, se exponen 19 de los 155 géneros y 31 especies de las aproximadamente 2231 registradas a nivel mundial (Cuadro 1). La superfamilia mejor representada es Buthoidea (21 sellos), a través de la familia Buthidae. El género con mayor cantidad de emisiones resultó ser *Pandinus* (10 sellos), mientras que *Pandinus imperator* (Koch, 1841) fue la especie mejor representada con nueve de los sellos postales a nivel mundial (Fig. 1). Aunado a



Figura 1. Sellos con la imagen de *Pandinus imperator* (Koch, 1841).



Figura 2. Documentos postales con la imagen de especies de alacranes

los 47 sellos con representación de especies de alacranes, se encontraron 14 documentos postales (hojas *souvenir*, sobres del primer día, matasellos) que presentan imágenes alusivas a alacranes (Figs. 2-3)

Los sellos se han emitido en diferentes momentos históricos, desde 1964 (Togo) hasta 2014 (Sto. Tomé y Príncipe, Ecuador y Burundi), siendo este último año en el que más estampillas se publicaron con especies de alacranes (Fig 3). Resaltan los años 1997 (5), 1999 (6), 2011 (6) y 2014 (7) que en conjunto agrupan más del 50% de los sellos emitidos en la historia de los alacranes en la entomofilatelia.

Referente a los emisores, son 35 países, territorios o entidades que han puesto en circulación al menos un sello alusivo a alguna especie de alacrán (85.7%). Cuatro países aportan el 36.17% (Argelia [2], Togo [2], Benín [4], Namibia [4] y Ecuador [5]). No se encontraron sellos emitidos por México ilustrando alguna especie en particular de alacrán, no obstante, entre 1998 y 1999 se emitieron timbres en los que se exhibieron las diferentes cartas del juego de lotería mexicana, incluida una referente al alacrán.

### DISCUSIÓN

El número de sellos con motivos de especies de alacranes encontrados (47) es considerable tomando en cuenta que la diversidad del grupo no es tan amplia (2231 spp aprox. *sensu* Rein-Ove 2015, Santibáñez-López et al. 2015) en comparación con grupos como el de las cucarachas (Blattodea) donde tan solo existen ocho sellos, con una diversidad del grupo de aproximadamente 4641 especies (Gómez et al. 2015) o con los Scarabaeoidea representados en 244 sellos y teniendo una diversidad de 35000 spp (Gómez y Junghans 2002).

Dentro del aspecto taxonómico, no es extraño que la superfamilia Buthoidea, y la familia Buthidae sean los mejores representados debido a que también son las de mayor diversidad a nivel mundial (Lourenço 2001). Es contrastante que *Pandinus* sea el género más representado (10) cuando su diversidad es de 12 especies (Rein 2015), frente a las 59 de *Opisthophthalmus* (Prendini 2001) o las 189 de *Tityus* (Rein 2015). Esta destacable presencia de *Pandinus* en la entomofilatelia mundial posiblemente se debe a que contiene a las especies de alacranes más grandes del mundo (Prendini et al. 2003, Kovařík 2009) y

tres de sus especies (*Pandinus imperator* (Koch, 1841), *P. dictator* Pocock, 1888 y *P. gambiensis* Pocock, 1899) se encuentran incluidas en el apéndice II del CITES (Lourenço & Cloudsley-Thompson 1996). Lo anterior, se hace patente cuando *P. imperator* es la especie de alacrán más representada en sellos postales (9) documentándola como escorpión gigante, venenoso o en peligro de extinción. Esta especie se distribuye principalmente en las selvas tropicales y sabanas de África occidental (Rossi 2014), no obstante países como Singapur, Lituania y Abjasia han emitido sellos con ella, posiblemente debido a la majestuosidad del arácnido, a que está dentro de las especies consideradas en peligro de extinción, y a que es la especie de alacrán más comúnmente comercializada como mascota (Rein 2015). Así mismo, es curioso encontrar algunos sellos con imágenes alusivas a especies de alacranes que sus rangos de distribución no incluyan al país emisor, potencialmente por ignorancia de la instancia emisora. Ejemplo de lo anterior son tres sellos emitidos por Benin (2011), y en el que ninguna de las especies a las que se documenta, es reportada como parte de la biodiversidad de ese país africano: Las tres especies son de origen Neartico, *Hadrurus arizonensis* (Ewing 1928) una especie norteamericana (Soleglad et al. 2011); *Paruroctonus silvestrii* (Borelli 1909), una especie ubicada en California y áreas subyacentes (Graham et al. 2013) y *Uroctonus mordax* Thorell, 1876 que tiene su rango de distribución del sur de Oregón al sur de California en los Estados Unidos (Gertsch y Soleglad 1972, Soleglad y Fet 2004).

Existen tres sellos que presentan nombres científicos que han sufrido alguna modificación nomenclatural: 1) El sello de Argelia (1997) presenta el nombre de *Buthus occitanus tunetanus*, pero de acuerdo con Rossi (2013), el nombre válido actualmente es *Buthus tunetanus* (Herbst, 1800). 2) La estampilla de España (1979) que presenta el nombre de *Buthus europaeus*, y que en concordancia con Dupre & Lambert (2008) el nombre actual es *Buthus occitanus* (Amoreux, 1789). 3) El timbre de la República del Congo (1999) con la leyenda *Palamneus fulvipes*, realmente corresponde a *Heterometrus fulvipes* (Koch, 1837), de acuerdo a Rein (2015).

Consideramos que la representación de los alacranes en la entomofilatelia mundial puede estar respondiendo principalmente a cuatro aspectos:

1) Físicos: aquí nos referimos a la majestuosidad, belleza, tamaño o algún carácter distintivo de las especies a representar. Es el caso de *Pandinus imperator* (Koch, 1841); *Hadogenes* sp.; *Heterometrus cyaneus* (Koch, 1836); *H. longimanus* (Herbst, 1800); *Hadrurus arizonensis* (Ewing 1928); *Opisthophthalmus carinatus* (Peters 1861); *Parabuthus villosus* (Peters, 1862); *Tityus crassicauda* (Lourenço y Ythier 2013).

2) Médicos: indicándose como la importancia que represente la especie, tanto en su utilización curativa en medicina tradicional, como por la toxicidad de su veneno. Es el caso de *Mesobuthus martensii* (Karsch, 1879), cuya

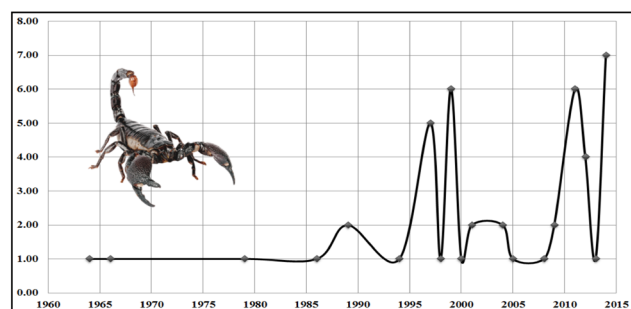


Figura 3. Número de sellos con imágenes de alacranes a nivel mundial a través de los años.



cola se ha utilizado en la medicina asiática tradicional por siglos para el tratamiento de la epilepsia y otras condiciones neurológicas (Shao *et al.* 2007, Wang *et al.* 2015). Por otra parte, el efecto tóxico del veneno de cerca de 30 especies de alacranes a nivel mundial es de importancia médica. Los alacranes capaces de infligir picaduras mortales casi en su totalidad son miembros de la familia Buthidae (Reddy 2013, Devarbhavi *et al.* 2013), los mejores representados en los sellos postales. Ejemplo de estas especies son *Androctonus australis hector* Koch, 1839; *A. crassicauda* (Olivier, 1807); *Buthus occitanus* (Amoreux, 1789); *Leiurus quinquestriatus* Hemprich & Ehrenberg, 1829 (Fig. 4); *Parabuthus namibensis* Lamoral, 1979; *P. villosus* (Peters, 1862). Así mismo, todas las especies representadas del género *Tityus* tienen relevancia médica en América del Sur (Borges y Graham 2015, Brito y Borges 2015).

3) Conservacionistas: especies con algún criterio de protección e incluidas en alguna norma o lista de especies en riesgo. Es el caso de *Pandinus imperator*, incluido en CITES. Esta especie africana de gran tamaño, ha llamado la atención de colectores y aficionados quienes los mantienen vivos en terrarios como mascotas, por lo que es considerada una de las especies que ha sido objeto del tráfico ilegal, habiendo grandes transacciones comerciales de este escorpión en algunos países de Europa, así como en América (Lourenço y Cloudsley-Thompson 1996).

4) Distribución: referida al ámbito geográfico que ocupan las especie (especies típicas de algún territorio, endemismos). Como *Hottentotta arenaceus* (Purcell, 1902) especie restringida a Namibia y Sudáfrica (Kovářik 2007); *Parabuthus namibensis* Lamoral, 1979, especie endémica de Namibia Central (Prendini y Esposito 2010); *Rhopalurus princeps* (Karsch, 1879) es exclusiva de República Dominicana y Haití (Prendini *et al.* 2009); *Teuthraustes atramentarius* Simon, 1878 y *Tityus ythieri* Lourenço, 2007, son especies endémicas de Ecuador (Bruto y Borges 2015).

Dos de los países con la mayor emisión de sellos de alacranes presentan alta diversidad de estos arácnidos, Namibia (31 spp) y Ecuador (36 spp) (González 2004, Prendini 2005). Sin embargo, no ocurre así con estados que podrían considerar megadiversos en alacranes, como México (281 spp) y Sudáfrica (136 spp) con tasas de endemismo por encima del 50% (González 2004, Prendini 2005, Santibáñez-López *et al.* 2015), los cuales no cuenta con ningún sello con representación de alguna especie de alacrán en particular.

Es claro que finalmente la decisión de las imágenes que corresponderán a los sellos de cada país se encuentra en manos de la administración postal correspondiente y que deberán considerar el Artículo octavo del Convenio de la Unión Postal Universal (UPU) 2004. En la elección de los temas y motivos de los sellos de correos deberán considerar esencialmente: 1) el espíritu de la Constitución de la UPU y las decisiones de sus órganos; 2) guardar relación con la identidad cultural del país o territorio donde se emite el sello

o promover la cultura o la paz; 3) evitar temas o diseños ofensivos para personas o países; 4) tener un significado importante para el país del que depende la administración postal emisora (UPAEP 2016). Es así que cada país evalúa a partir de sugerencias de particulares y asociaciones, el diseño para una serie postal, siempre que aquello que se quiere plasmar tenga valor ante la sociedad, represente una contribución a la construcción de identidad nacional o exprese valor cultural/biológico. Es aquí, donde quizás la comunidad de entomólogos no ha incidido en evidenciar la diversidad o importancia biológica, médica o cultural de los alacranes.

## LITERATURA CITADA

- Anand A, V.P. Singh & K.P. Anand. 2005. Medical philately (medical personalities on stamps)-George Nicholas Papanicolaou. *Journal Association Physicians India*, 53:1-26.
- Armas, L. 2001. El alacrán en la cultura cubana contemporánea. Una aproximación. *Revista Ibérica de Aracnología*, 4: 99-103.
- Armas, L. 2011. Scorpions in the modern Cuban culture: An introductory iconography. *Euscorpius*, 116, 1-4.
- Borges, A. & M.J. Graham. 2015. Phylogenetics of scorpions of medical importance. (pp 81-103) In: Gopalakrishnakone P. & J.J. Calvete (Eds). *Venom genomics and proteomics*. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Bruto, G. & A. Borges. 2015. A checklist of the scorpions of Ecuador (Arachnida: Scorpiones), with notes on the distribution and medical significance of some species. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, 21(23): 1-17.
- Cao, Z., Z. Di, Y. Wu, & W. Li. 2014. Overview of Scorpion species from China and their toxins. *Toxins*, 6: 796-815.
- Cloudsley-Thompson, J.L. 1986. The mythology of scorpions and spiders. *Actas X Congress International of Arachnology*, 1: 13-16.
- Cloudsley-Thompson, J.L. 1990. Scorpions in mythology, folklore, and history. (pp 462-485) In: Polis, G. (Ed). *The biology of scorpions*. Stanford University Press, California.
- Costa Neto, E.M. 2002. Etnoentomofilia: os insetos na arte filatelico. *Bioikos*, 16(1/2): 61-67.



Figura 4. *Leiurus quinquestriatus* Hemprich & Ehrenberg, 1829 dentro de los animales más venenosos del mundo.

- Devarbhavi, P.K., V. Murthy, S.A. Al-Dubai & M.A. Alshagga. 2013. Clinical features and complications of scorpion sting: A descriptive study. *Research Updates in Medical Sciences*, 1(2): 16-20.
- Domingo, J. 1997. *Catálogo de sellos temáticos Fauna, Mariposas y otros Insectos*. Ediciones Domfil. Sabadell, España.
- Dunlop, J.A. & P.A Selden. 2013. Scorpion fragments from the Silurian of Powys, Wales. *Arachnology*, 16, 27–32.
- Dupre, G. & N. Lambert. 2008. *Le scorpion languedocien Buthus occitanus (Amoreux, 1789) (Scorpiones, Buthidae). Sa répartition en France*. Editions arachnides n°54. France.
- Ferreira, L.E. 2003. *A certain look at philately*. Edições Húmus, Lda., Clube Nacional de Filatelia, Portugal.
- Ferrer, J. 2009. Entomología fantástica: Apuntes para una mitología del escorpión. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 45: 583–587.
- Fet, V., W. Sissom, G. Lowe & M. Braunwalder 2000. *Catalog of the Scorpions of the World (1758-1998)*. The New York Entomological Society. Estados Unidos.
- Gelber, S.M. 1992. Free market metaphor: the historical dynamics of stamp collecting. *Comparative Studies in Society and History*, 34: 742–769.
- Gertsch, W.J. & M.E. Sologlad. 1972. Studies of North American scorpions of the genera *Uroctonus* and *Vejovis*. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 148(4): 549–608.
- Gómez, B. & C. Junghans. 2002. Los Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) en la filatelia. *Cuadernos de Biodiversidad*, 11:10-14.
- Gómez, B., M.R. Domínguez & C. Junghans. 2015. Las cucarachas (Blattodea) representadas en los sellos postales (entomofilatelia). (pp 91-96). In: Castaño-Meneses, G. & J. L. Navarrete-Heredia (Coords). *Avances en la Entomología Cultural Mexicana*. UNAM-CUCBA-Univ. de Guadalajara.
- González, E. 2004. Diversidad, taxonomía y hábitat de alacranes. (pp 25-35). In: García-Aldrete, A. N. & R. Ayala (Editores). *Artrópodos de Chamela*. Instituto de Biología, UNAM. México.
- González-Sponga, M.A. 1984. *Escorpiones de Venezuela*. Cuadernos Lagoven. Caracas, Venezuela.
- Graham, M., J.R. Jaeger, L. Prendini & B.R. Riddle. 2013. Phylogeography of Beck's Desert Scorpion, *Paruroctonus becki*, reveals Pliocene diversification in the Eastern California Shear Zone and postglacial expansion in the Great Basin Desert. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 69: 502–513.
- Hamel, D.R. 1990. Insects on stamps. *American Entomologist*, 36: 273-281.
- Hamel, D.R. 1991. *Atlas of Insects on Stamps of the World*. Tico Press, Falls Church. Virginia, Estados Unidos.
- Hoffman, A. 1993. *El maravilloso mundo de los arácnidos*. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Kovářik, F. 2007. A Revision of the genus *Hottentotta* Birula, 1908, with descriptions of four new species (Scorpiones, Buthidae). *Euscorpius*, 58: 1-106.
- Kovářik, F. 2009. *Illustrated catalog of scorpions. Part I. Introductory remarks; keys to families and genera; subfamily Scorpioninae with keys to Heterometrus and Pandinus species*. Clairon Production, Prague, Czech Republic.
- Lourenço, W.R. 2001. The scorpion families and their geographical distribution. *The Journal of Venomous Animals and Toxins*, 7: 3-23.
- Lourenço, W.R. & J.L. Cloudsley-Thompson, 1996. Recognition and distribution of the scorpions of the genus *Pandinus* Thorell, 1876 accorded protection by the Washington convention. *Biogeographica*, 72: 133-143.
- Marasas, W. F., H. M. Marasas, M.J. Wingfield & P.W. Crous. 2014. *Phylatelic Mycology: Families of Fungi*. CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, Utrecht, The Netherlands.
- Mangala A.H. & A.N. Ujwala. 2012. Postage stamps and digital philately: Worldwide and Indian scenario. *International Information & Library Review*, 44:1, 28-39.
- Melic, A. 2002. De madre araña a demonio escorpión: Arácnidos en la mitología. *Revista Ibérica de Aracnología*, 5: 112–124.
- Mendoza, M., I. Pacheco, M.A. Sarmiento y M.L. Zurita. 2006. Entomofilatelia en México: un tributo a la amistad de los insectos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 38: 443-449.
- Moucha, J. 1962. On Lepidoptera on Czechoslovak postage stamps. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 16(2): 145-146.
- Palacios-Vargas, J.G. 1990. Espeleofilatelia. *Mundo Subterráneo*, 1: 19-21.
- Palacios-Vargas, J.G. 2011. Entomofilatelia: Las estampillas postales con insectos y otros artrópodos en el mundo. (pp. 15-16). In: Navarrete-Heredia J.L., G. Castaño-Meneses & G.A. Quiroz-Rocha (Eds.). *Facetas de la Ciencia: Ensayos sobre Entomología Cultural*. Universidad de Guadalajara.
- Palacios-Vargas, J.G. & J.L. Navarrete-Heredia. 2003. Entomofilatelia, un aspecto de la entomología cultural. (pp. 107-115). In: Llorente J. & J.J. Morrone (Eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento Vol III*. CONABIO – UNAM.
- Penreiro, J.C. & D.H.L. Ferreira. 2010. A Matemática na arte filatélica: um olhar histórico da matemática por meio de imagens em selos postais. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 1(2): 126-144.
- Penreiro, J.C. & D. H. L. Ferreira. 2011. Filatelia como mecanismo de divulgação e de ensino para as Engenharias no Brasil. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 4(2): 84-104.

- Prendini, L. 2001. A review of synonyms and subspecies in the genus *Opisthophthalmus* C.L. Koch (Scorpiones: Scorpionidae). *African Entomology*, 9(1): 17–48.
- Prendini, L. 2005. Scorpion diversity and distribution in Southern Africa: Pattern and Process. (pp 25-68). In: Huber, B.A., B. Sinclair & L. Karl-Heinz (Eds). *African Biodiversity*. Springer, Netherlands.
- Prendini, L. & L.A. Esposito. 2010. A reanalysis of *Parabuthus* (Scorpiones: Buthidae) phylogeny with descriptions of two new *Parabuthus* species endemic to the Central Namib gravel plains, Namibia. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 159: 673–710.
- Prendini, L., T.M. Crowe & W.C. Wheeler. 2003. Systematics and biogeography of the family Scorpionidae Latreille, with a discussion of phylogenetic methods. *Invertebrate Systematics*, 17 (2): 185-259.
- Prendini, L., L.A. Esposito, J.C. Huff & E.S. Volschenk. 2009. Redescription of *Rhopalurus abudi* (Scorpiones, Buthidae), with first description of the male and first record from mainland Hispaniola. *The Journal of Arachnology*, 37: 206–224.
- Prolla, J.C. 2006. *Some milestones in the history of Pathology illustrated by philately*. Disponible en: <http://conganat.cs.urjc.es/ojs/index.php/conganat/article/viewFile/92/92-418-1-PB.pdf>.
- Reddy, B.R. 2013. Scorpion envenomation: What is new? (pp. 23:421-423) In: Association of Physicians of India (Coord). *Medicine update*. India.
- Rein-Ove, J. 2016. *The Scorpion Files*. Disponible en: <http://www.ntnu.no/ub/scorpion-files/index.php>.
- Rossi, A. 2013. A new species of the genus *Buthus* Leach, 1815 from Egypt (Scorpiones: Buthidae). *Rivista del Museo Civico di Scienze Naturali "Enrico Caffi"*, Bergamo, 26: 187-194.
- Rossi, A. 2014. Notes on the distribution of *Pandinus* (*Pandinus*) Thorell, 1876 and *Pandinus* (*Pandinurus*) Fet, 1997 with the descriptions of two new species from Central African Republic and Djibouti (Scorpiones: Scorpionidae). *Onychium*, 10: 10-31.
- Santibáñez-López, C.E., O.F. Francke, C. Ureta & L. D. Possani, 2015. Scorpions from Mexico: from species diversity to venom complexity. *Toxins*, 8: 1-18.
- Shao, J., R. Zhang, X. Ge, B. Yang & J. Zhang. 2007. Analgesic peptides in *Buthus martensii* Karsch: A Traditional Chinese Animal Medicine. *Asian Journal of Traditional Medicines*, 2 (2): 45–50.
- Smith, M.E. 1954. Philatelic Lepidoptera. *The Lepidopterists' News*, 8: 13-16.
- Soleglad, M.E. & V. Fet. 2004. The systematics of the scorpion subfamily Uroctoninae (Scorpiones: Chactidae). *Revista Ibérica de Aracnología*, 10: 81–128.
- Soleglad, M.E. V. Fet & L. Graeme. 2011. Contributions to Scorpion Systematics. IV. Observations on the Hadrurus "spadix" Subgroup with a Description of a New Species (Scorpiones: Caraboctonidae). *Euscorpius*, 112: 1-10.
- Tay, J., J. G. Díaz, S. Vega, L. Castillo, D. Ruíz & L. Calderón. 2004. Picaduras por alacranes y arañas ponzoñosas de México. *Revista de la Facultad de Medicina, UNAM*, 47: 6-12.
- Thot, G. & D. Hillger. 2012. Drought and desertification in postage stamps. *Bulletin of World Meteorological Organization*, 61 (2): 35-39.
- UPAEP. 2016. *Bases para la organización de servicios filatélicos*. Disponible en: <http://www.upaepweb.com.uy/articulos/26-manual-de-filatelía.html>.
- Waddington, J., D.M. Rudkin & J.A. Dunlop. 2015. A new mid-Silurian aquatic scorpion - One step closer to land? *Biology Letters*, 11: 1-4.
- Wang, J.H., H. Zhang, S. J. Gao & J. X. Wang. 2015. Review on pharmacological activities of the peptides from scorpion *Buthus martensii* Karsch. *Journal of Pharmaceutics & Drug Development*, 3 (2): 1-6.
- Yardley, C. 2015. *The Representation of Science and Scientists on Postage Stamps. A science communication study*. The Australian National University. Canberra, Australia

Recibido: 13 de enero 2016

Aceptado: 23 de mayo 2016

Cuadro 1.- Compendio de información de los sellos postales con representación de alacranes en la filatelia mundial.

Superfamilia	Familia	Género	Especie	AE	P/EE
Buthoidea	Buthidae	<i>Androctonus</i>	<i>Androctonus australis hector</i> Koch, 1839	1997	Algeria
			<i>Androctonus crassicauda</i> (Olivier, 1807)	1999	Emiratos Árabes
		<i>Buthus</i>	<i>Buthus occitanus</i> (Amoreux, 1789)	1979	España
			<i>Buthus tunetanus</i> (Herbst, 1800)	2008	Azerbaiyán
		<i>Centruroides</i>	<i>Centruroides exilicauda</i> (Wood, 1863)	1997	Algeria
			<i>Centruroides margaritatus</i> (Gervais, 1841)	1999	Estados Unidos
		<i>Hottentotta</i>	<i>Hottentotta arenaceus</i> (Purcell, 1902)	2014	Ecuador
		<i>Leiurus</i>	<i>Leiurus quinquestriatus</i> Hemprich & Ehrenberg, 1829	2012	Namibia
				2005	Mauritania
				2011	Togo
				2014	Stp-Tomé y Príncipe
				1989	Corea del Norte
		<i>Mesobuthus</i>	<i>Mesobuthus martensii</i> (Karsch, 1879)	2012	Namibia
		<i>Parabuthus</i>	<i>Parabuthus namibensis</i> Lamoral, 1979	2012	Namibia
		<i>Rhopalurus</i>	<i>Parabuthus villosus</i> (Peters, 1862)	2013	Namibia
			<i>Rhopalurus princeps</i> (Karsch, 1879)	2014	República Dominicana
		<i>Tityus</i>	<i>Tityus asthenes</i> Pocock, 1893	2014	Ecuador
			<i>Tityus crassicauda</i> (Lourenço & Ythier, 2013)	2014	Ecuador
			<i>Tityus ythieri</i> Lourenço, 2007	2014	Ecuador
			<i>Tityus bahiensis</i> (Perty, 1833)	2001	Brasil
		SDT	SDT	2009	Ruanda
		<i>Teuthraustes</i>	<i>Teuthraustes atramentarius</i> Simon, 1878	2014	Ecuador
		<i>Paruroctonus</i>	<i>Paruroctonus silvestrii</i> (Borelli 1909)	2011	Benín
		<i>Uroctonus</i>	<i>Uroctonus mordax</i> Thorell, 1876	2011	Benín
		<i>Hadrurus</i>	<i>Hadrurus arizonensis</i> (Ewing 1928)	2011	Benín
			<i>Hadrurus hirsutus</i> (Wood, 1863)	1997	Bután
			<i>Hadogenes</i> sp.	1994	Tanzania
		<i>Hadogenes</i>	<i>Heterometrus fulvipes</i> (Koch, 1837)	1999	Congo
		<i>Heterometrus</i>	<i>Heterometrus longimanus</i> (Herbst, 1800)	2009	Malasia
			<i>Heterometrus cyaneus</i> (Koch, 1836)	2004	Indonesia
		<i>Opisthophthalmus</i>	<i>Opisthophthalmus carinatus</i> (Peters 1861)	2012	Namibia
		<i>Pandinus</i>	<i>Pandinus imperator</i> (Koch, 1841)	1964	Togo
				1966	Burkina Faso
				1997	Guinea Bissau
				1998	Singapur
				1999	Abjasia
				1999	Nigeria
				2004	Lituania
				2009	Naciones Unidas
				2011	Benín
				1989	Mozambique
				2014	Burundi
		<i>Pandinus</i> sp.			
		<i>Scorpio</i>	<i>Scorpio maurus</i> Linnaeus, 1758		



## Primer registro de la familia Cordulegastridae Leach, 1815 (Insecta: Odonata) para el estado de Jalisco, México

### First record of the family Cordulegastridae Leach, 1815 (Insecta: Odonata) for the state of Jalisco, Mexico

**Jareth Román-Heracleo\* & Jérica Gabriela Guerrero de la Paz.** Escuela de Biología. Universidad de Costa Rica. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio Brenes, San Pedro, Costa Rica. romanjareth@gmail.com; Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa 62210, Cuernavaca, Morelos, México. bio.jesicaguerreroelapaz@gmail.com

La familia Cordulegastridae tiene registrado un solo género distribuido en Norteamérica y Centroamérica: *Cordulegaster* Leach, 1815. Para México se tienen registradas tres especies, *Cordulegaster diadema* Selys 1868 (Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Hidalgo, México, Michoacán, Morelos, Sonora y Veracruz), *C. dorsalis* Hagen en Selys 1858 (Baja California) y *C. godmani* McLachlan 1878 (Guerrero, Hidalgo y Veracruz) (González-Soriano 1993, Paulson y González 2015). Las ninfas habitan arroyos de agua frías, se les encuentran enterradas en el sustrato en áreas de corrientes lentas y sedimentos finos (Ramírez 2010).

Las larvas se reconocen porque el margen frontal del palpo labial de la ninfa tiene crenulaciones muy profundas irregulares (Fig. 2), este mismo tiene forma de cuchara. Tienen similitud con los Libellulidae en cuanto a la forma del labio, pero las crenulaciones de los Cordulegastridae son mucho más profundas y no tienen sedas asociadas (Ramírez 2010).

Durante un estudio del ajolote *Ambystoma flavipiperatum* Dixon, 1963 (Ambystomatidae: Ambystoma), se recolectaron macroinvertebrados acuáticos en los que se identificaron ejemplares de la familia Cordulegastridae.

Cordulegastridae Leach, 1815

*Cordulegaster* sp.

**Material examinado:** MÉXICO: Jalisco. Se recolectaron y determinaron 16 ejemplares de la familia Cordulegastridae (Figura 1) en el río Ayuquila de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. El material recolectado se encuentra depositado temporalmente en la colección del Laboratorio de Invertebrados de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores dan sus gracias extensivas al Dr. Alonso Ramírez (Universidad de Puerto Rico), por la corroboración de los ejemplares y por los comentarios para mejorar este manuscrito.

#### LITERATURA CITADA

- González-Soriano, E. 1993. Odonata de México: Situación actual y perspectivas de estudio. En: Diversidad Biológica de México. Raúl Gío-Argáez y E. López-Ochoterena (Eds.) Vol. Especial (XLIV) Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, 291-302.
- Paulson, D. R. y González, S. E. 2015. Odonata of Mexico, by state. University of Puget Sound. U.S.A.
- Ramírez, A. 2010. Odonata. Revista de Biología Tropical, Suplemento, 58:97-136.



Figura 1. *Cordulegaster* sp. Colectado en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. 2. Crenulaciones en los palpos, muy profundas, característica de esta familia.

Recibido: 5 de marzo de 2016

Aceptado: 15 de junio de 2016

## Biología de *Chilocorus cacti* Linnaeus (Coleoptera: Coccinellidae) en condiciones de laboratorio

### Biology of *Chilocorus cacti* Linnaeus (Coleoptera: Coccinellidae) in laboratory conditions

Evert Villanueva Sánchez\*, Samuel Ramírez Alarcón\*, Clemente Villanueva Verduzco\*, Víctor Manuel Pinto\* & Irma Sánchez Cabrera\*.

\*Maestría en Protección Vegetal. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. km. 38.5 carretera México- Texcoco, Chapingo, México. CP. 56230. danadae12@hotmail.com. \*Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. km 36.5 Carretera Federal México-Texcoco. C.P. 56230. Montecillo, Texcoco, México.

#### RESUMEN

Se determinó la biología de *Chilocorus cacti* Linnaeus, 1767 como depredador de la cochinilla silvestre (*Dactylopius opuntiae* (Cockerell)), asociada al cultivo de nopal verdura en Milpa Alta, D. F. El estudio se realizó en una cámara de cría, bajo condiciones de temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , 45% de humedad relativa y fotoperiodo de 16 h de luz y 8 h de oscuridad. Su ciclo de vida tuvo una duración promedio de 89 días. El huevo 9 días; la larva 29; la pupa 10 días y el adulto 41 días. En la especie no se registró canibalismo entre adultos, pero sí lo hubo entre larvas, larvas contra huevos, y adultos contra huevos.

**Palabras clave:** depredador, presa, enemigo natural, *Dactylopius opuntiae*, nopal.

#### ABSTRACT

The biology of *Chilocorus cacti* Linnaeus, 1767 as predator of cochineal pest (*Dactylopius opuntiae* (Cockerell)) of cactus vegetable in Milpa Alta, D.F. was studied. The experiment was carried out in a breeding chamber, under a temperature of  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , 45% relative humidity and photoperiod of 16 h of light and 8 h of darkness. The life cycle of the predator lasted 89 days, with the following stages: egg 9 days; larva 29 days; pupa 8 days and adult has 40 days. There was no cannibalism among adults, although larvae cannibalized larvae and eggs and adults cannibalized eggs.

**Key words:** predator, prey, natural enemy, *Dactylopius opuntiae*, prickly pear.

En la delegación Milpa Alta, Distrito Federal, México, una de las principales plagas del cultivo de nopal verdura, es la cochinilla silvestre (*Dactylopius opuntiae* (Cockerell)) (Hemiptera: Dactylopiidae), cóccido parásito cuyas ninfas y hembras adultas se alimenta succionando la savia de las plantas (Flores *et al.* 2013). Altas infestaciones de esta plaga pueden ocasionar caída de frutos, pérdida de vigor de la planta y muerte de la misma (Flores *et al.* 2013), mermando la producción hasta en un 100% (Espinosa 2001). Una hembra de *D. opuntiae* ovoposita en promedio de 150-160 huevos, los cuales casi inmediatamente eclosionan y se convierten en ninfas (Badii y Flores 2001). El ciclo de vida de las hembras de *D. opuntiae* es de 90-128 d y viven adheridas a su planta huésped de manera permanente; éstas producen una cubierta cerosa que protege su cuerpo, lo que provoca una reducción en la eficacia de los productos químicos utilizados para su control (Badii y Flores 2001). Existen diversas publicaciones sobre los enemigos naturales de especies de *Dactylopius* en el continente americano (Goeden *et al.* 1967; Mann 1969; Zimmermann *et al.* 1979; Gilreath y Smith 1988; Hattingh y Samways 1994; Diodato *et al.* 2004; Venegas *et al.* 2010; Flores *et al.* 2013), sin embargo, en México la mayoría de las investigaciones en relación a la cochinilla silvestre del nopal y sus enemigos naturales son muy pocas (Flores *et al.* 2013) o se encuentran principalmente en publicaciones informales (Venegas *et al.* 2010). Aunado a esto, los productores de nopal verdura de esta zona han observado la presencia de *Chilocorus cacti* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae), especie reportada

como un depredador de *D. opuntiae* que se alimenta de hembras (Badii y Flores 2001), ninfas y huevos (Venegas *et al.* 2010). El cual, también se ha utilizado en diversos programas como agente de control biológico contra otros hemípteros plaga (Venegas *et al.* 2010). En tal propósito, es necesario conocer los aspectos biológicos del depredador ya que existe muy poca información al respecto. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue conocer la biología y el ciclo de vida de *C. cacti* a nivel de laboratorio para establecer su potencial depredador contra la plaga del nopal verdura conocida como cochinilla silvestre (*Dactylopius opuntiae* (Cockerell)), conocimiento relevante para el desarrollo de los programas de control biológico.

#### MATERIAL Y MÉTODOS

##### Recolecta de material entomológico

El estudio se realizó con material entomológico consistente en: adultos de *C. cacti* y cladodios de nopal (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) infestados con hembras adultas de *D. opuntiae*, el cual fue recolectado en mayo del 2014 en la zona agrícola de Milpa Alta Distrito Federal y fue trasladado al Laboratorio de Cría de Insectos de la Maestría en Ciencias en Protección Vegetal del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo. Los cladodios de nopal infestados con hembras de *D. opuntiae*, se recolectaron utilizando un cuchillo para cortarlos desde su base, y posteriormente, depositarlos en

una reja de plástico y así facilitar su transporte. Los adultos de *C. cacti* se recolectaron con la ayuda de una pinza entomológica, colocándolos en recipientes de plástico de 1 L de capacidad con tapa, a los cuales también se le adicionaron hembras adultas de cochinilla silvestre, como alimento de los depredadores durante su transporte.

#### Cría de *D. opuntiae*

La cría de este insecto se realizó en botes de 19 L de plástico. Cada uno contenía dos cladodios de nopal: uno de ellos infestado con cochinilla silvestre y el otro sano (libre de la plaga), con la finalidad de que el cladodio sano se infestara *de novo*, y así multiplicar la cochinilla silvestre (*D. opuntiae*), necesaria para realizar el presente estudio. Nuevas colectas de cladodios de nopal sanos para reposición como alimento de la cochinilla silvestre en bote, se hicieron mediante recorridos de campo a la zona productora, ya que los cladodios duraban apetecibles (turgentes) entre 40 y 50 d antes de deshidratarse o pudrirse, ocasionando con ello la muerte de la cochinilla silvestre.

#### Cría de *C. cacti*

La cría consistió en colocar los adultos recolectados en campo en ocho botes de plástico de 19 L, los cuales contenían cladodios de nopal infestados con cochinilla silvestre, cubiertos con tela de “organza” y amarrados con un cordón del mismo material, para permitir la observación y evitar la pérdida por el vuelo de los insectos. Los cladodios de nopal infestados con cochinilla silvestre se remplazaban por nuevos cuando el depredador las terminaba de consumir.

#### Biología de *C. cacti*

##### Ciclo de vida y duración de estados de desarrollo

Se estableció un experimento con 10 repeticiones (cajas Petri). Se colocó una pareja de adultos (hembra y macho) en una caja Petri acondicionada al eliminarle el 80% de

su cubierta, la cual se substituyó con tela de “organza” para mantener cautivas en su interior, tanto a las presas como al depredador. A cada caja Petri, se le adicionó 1 cm<sup>3</sup> de alimento (hembras de la colonia de cochinilla silvestre, con un peso aproximado de 0.2 g). Los residuos y el excedente de alimento se remplazaban cada 24 h. Se describieron las características morfológicas distintivas y la duración en días de cada uno de los estados biológicos (huevo, instares larvales, pupa y adulto) del ciclo de vida de *C. cacti*. Los huevos ovopositados en cada caja Petri se colocaron en otra caja Petri, del mismo tipo, con papel filtro humedecido con agua destilada estéril, se realizaron observaciones diarias para conocer su longevidad. Para determinar la longevidad de los instares larvales se llevó un registro diario dejándolas en las mismas cajas Petri donde eclosionaron, se alimentaron con 1 cm<sup>3</sup> de cochinilla silvestre. Las pupas recién formadas se colocaron en cajas Petri con las mismas características anteriormente mencionadas, para obtener su longevidad. Al emerger los adultos, se alimentaron con cochinilla silvestre durante todo su ciclo, registrando su longevidad. Este experimento se mantuvo bajo condiciones controladas. Se utilizó un fotoperiodo de 16 h de luz y 8 h de obscuridad; humedad relativa de 45% y temperatura de 25 ±2°C.

#### Canibalismo entre individuos de *C. cacti*

Para determinar la existencia o ausencia de canibalismo entre individuos de la misma especie depredadora, se realizaron las pruebas descritas en el Cuadro 1. En todas las pruebas, los individuos se mantuvieron sin proporcionarles alimento por el resto de su vida. Se realizaron observaciones de canibalismo cada 24 h.

#### Conducta de apareamiento y ovoposición

Los individuos utilizados en este experimento se mantuvieron durante 24 h en una caja Petri con abundante

Cuadro 1. Relación de pruebas realizadas.

Estados de desarrollo	Prueba	Individuos por caja Petri
<b>Adultos con Adultos</b>	1	2 machos (6 repeticiones)
	2	2 hembras (6 repeticiones)
	3	1 hembra y 1 macho (6 repeticiones)
<b>Adultos con Huevos</b>	4	1 adulto y 5 huevos (6 repeticiones)
<b>Adultos con Larvas</b>	5	1 adulto y 1 larva de 1 <sup>er</sup> instar (4 repeticiones)
	6	1 adulto y 1 larva de 2 <sup>do</sup> instar (4 repeticiones)
	7	1 adulto y 1 larva de 3 <sup>er</sup> instar (4 repeticiones)
	8	1 adulto y 1 larva de 4 <sup>to</sup> instar (4 repeticiones)
<b>Larvas con Larvas</b>	9	2 larvas de 1 <sup>er</sup> instar (4 repeticiones)
	10	2 larvas de 2 <sup>do</sup> instar (4 repeticiones)
	11	2 larvas de 3 <sup>er</sup> instar (4 repeticiones)
	12	2 larvas de 4 <sup>to</sup> instar (4 repeticiones)
<b>Larvas con Huevos</b>	13	1 larva de 1 <sup>er</sup> instar y 5 huevos (4 repeticiones)
	14	1 larva de 2 <sup>do</sup> instar y 5 huevos (4 repeticiones)
	15	1 larva de 3 <sup>er</sup> instar y 5 huevos (4 repeticiones)
	16	1 larva de 4 <sup>to</sup> instar y 5 huevos (4 repeticiones)

comida (hembras de cochinilla silvestre). Se colocaron hembras y machos por separado, para propiciar la cópula a la hora del encuentro entre ambos. Posteriormente, en una caja Petri se colocó una hembra y después se adicionó el macho para observar el comportamiento de ambos individuos antes y durante la cópula. En total se realizaron cinco repeticiones. Las observaciones se realizaron por un periodo de 30 min. Las hembras que copularon se colocaron por separado en una nueva caja Petri, la cual contenía hembras de cochinilla silvestre cubiertas con cera y sin cera, con la finalidad de observar la conducta de ovoposición.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

*Chilocorus cacti* resultó ser un insecto con buena capacidad de adaptación a las condiciones controladas que se le proporcionaron en laboratorio. Se logró establecer la cría para incrementar la población tanto del depredador (*C. cacti*) como de la presa (cochinilla silvestre *D. opuntiae*), logrando obtener suficiente material para los experimentos planteados en este estudio.

### Biología de *C. cacti*

#### Ciclo de vida y duración de estados de desarrollo

El ciclo de vida de *C. cacti* como depredador de la cochinilla silvestre (*D. opuntiae*) duró en promedio 89 d con un mínimo de 79 d y un máximo de 100 d. Los huevos del depredador presentaron un periodo de incubación promedio de 9 d. La larva pasó por cuatro instares larvales, cambiando de muda en cada instar, los cuales tuvieron una duración de 6, 6, 7 y 10 d en promedio, respectivamente, con una duración total del estado larval de 29 d. En promedio, la pupa duró 10 d y el adulto 41 d, respectivamente, a una temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , 45% de humedad relativa y fotoperiodo de 16 h de luz y 8 h de oscuridad. La duración total promedio del ciclo de vida del depredador alimentado con cochinilla silvestre aquí encontrada, es similar a la que encontraron Ramírez *et al.* (2013) en el depredador *H. trifurcata*, alimentado con la misma presa (cochinilla silvestre), quienes obtuvieron que bajo condiciones de temperatura de  $23^\circ\text{C}$  y humedad relativa del 50%, el ciclo de vida de esta especie fue de 90 d. Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio no coinciden con los de Gordon (1985), quién reportó que la duración del ciclo de vida de los coccinélidos en general dura de 2-8 semanas (28-56 d), dependiendo de la especie, esto bajo condiciones naturales, lo cual indica que la cantidad de alimento proporcionada y el estrés al que se sometieron los depredadores en condiciones de cría en laboratorio pudo alargar el ciclo, influyendo en su lento desarrollo. Por otro lado, en un estudio realizado por Hattingh y Samways (1994) en el cual se evaluaron características fisiológicas y de comportamiento de seis especies de *Chilocorus* provenientes del sur de África en laboratorio, concluyeron que la especie *C. cacti* obtuvo altos rendimientos en las condiciones evaluadas,

en comparación con las otras especies, por lo que la consideran un valioso agente de biocontrol, que puede ser utilizado en diversos lugares, ya que, se adapta a una gama amplia de climas. También reportaron que el vigor y el peso de los adultos de *Chilocorus*, están en función de la cantidad de alimento y el tiempo de alimentación que tuvieron las larvas. Características que son de importancia para la cría de este género en condiciones de laboratorio. Flores *et al.* (2013) evaluaron la respuesta funcional de *C. cacti* en cinco densidades de *D. opuntiae* en condiciones de laboratorio, llegando a la conclusión de que la eficiencia de búsqueda de *C. cacti* disminuyó conforme aumentó la densidad de la presa (*D. opuntiae*), ya que la mayor parte de tiempo el depredador lo utiliza en quitar la capa de cera que cubre a las hembras, por lo tanto, podría ser un enemigo natural eficaz para suprimir o regular bajas densidades de *D. opuntiae*, sugiriendo que son necesarias las pruebas de campo.

El **huevo** de *C. cacti* es de forma ovalada y alargada. Mide en promedio 1 mm de largo por 0.5 mm de ancho. Recién ovopositado es de color naranja tornándose de color más oscuro en la parte central, conforme se acerca el momento de la eclosión (Figuras 1 y 2). Son depositados en grupos de 3-6 o bien de forma individual entre los grumos de la cera que secreta la hembra adulta de cochinilla silvestre. Sin embargo, es importante resaltar que también fueron depositados en la tela de organza de las cajas Petri utilizadas en la prueba, tanto por arriba como por debajo (Figura 3).

La **larva** mide aproximadamente 0.3 cm de longitud, recién eclosionada, alcanzando hasta 1 cm de longitud antes de pasar al estado de pupa. De forma carabiforme y totalmente cubierta con hileras de escolos (espinas largas ramificadas). Pasa por cuatro instares, cambiando de muda en cada uno. Las larvas de primer instar emergen por una abertura circular que hacen por un extremo del huevo. Con cada muda, las larvas son de color rojo intenso y a medida que van creciendo se tornan de color negro con una banda transversal angosta de color amarillo-rojizo, en la parte dorsal media. En todos los instares larvales, la **cabeza** está expuesta, de contorno circular u oblongo. La sutura epicraneal está parcialmente presente e incluye la frente y las áreas clipeales (Figura 4). Las mandíbulas son de tamaño moderado, muy esclerotizadas, un poco triangulares y se agudizan hacia el ápice; **tórax** con los tres segmentos (pro, meso y metatorax) bien definidos. Cada uno de ellos con un par de patas poco alargadas. Cada pata con cuatro artejos y una uña. El **abdomen** presenta diez segmentos, los de la mitad anterior son más anchos y se adelgazan gradualmente hacia el extremo caudal, el décimo es pequeño y lo usa como propata y como disco succionador (ventosa). La descripción de la larva concuerda con la realizada por Gordon (1985).

La **pupa** de *C. cacti* es del tipo exarata. Mide de 4.5-6.5 mm y siempre permanece sobre la cavidad de la exuvia de la larva del último instar. Es de color café oscuro.



Dorsalmente presenta dos espiráculos de color anaranjado en forma de tubo en la parte media y cerca de los extremos dorsales (Figura 5).

El **adulto** presenta cuerpo en forma oval y convexo. Mide de 5-6 mm de longitud, por 4- 5 mm de ancho. Recién emergido es de color rojo y conforme pasa el tiempo se torna negro, permaneciendo el rojo solo en dos manchas, una localizada en cada élitro. La cabeza es glabra. El pronoto en ambos sexos es de color negro. Ventralmente, los segmentos del tórax (mesosterno, metasterno) y el abdomen, son de color amarillo o rojo; 8 segmentos antenales, clava (último segmento antenal) fusiforme de 4 segmentos. Línea postcoxal incompleta. La diferenciación entre hembras y machos, es con base en el tamaño, ya que existe dimorfismo sexual. Por lo general, las hembras son más grandes que los machos (Figura 6). La caracterización de los estados biológicos de *C. cacti*, en este estudio bajo las condiciones de laboratorio utilizadas, resultó similar a la realizada por Gordon (1985).

#### Canibalismo entre individuos de *C. cacti*

En las tres pruebas realizadas entre adultos juntos, por sexo y entre sexos (pruebas 1, 2, y 3), no se observó canibalismo, ya que los adultos murieron al quedar varios días sin alimento, pero no se consumieron entre sí. En el resto de las pruebas: adultos con huevos, larvas con larvas (de cada instar) (Figura 7), lavas (de cada instar) con huevos y adultos con larvas (de cada instar) (Figura 8), se encontró canibalismo. Drea *et al.* (1990) mencionan que en los coccinélidos, familia a la que pertenece *C. cacti*, cuando la principal fuente de alimento no está presente o es escasa, puede presentarse el canibalismo entre individuos de la misma especie, de huevos, larvas, pupas y adultos, lo cual es consistente con lo sucedido en esta prueba, ya que al dejar a los individuos de *C. cacti* sin alimento, tuvieron que comerse entre sí. Es importante resaltar que el canibalismo entre adultos, posiblemente no se presentó, debido a que su cuerpo es muy esclerosado, lo que dificultó el consumo. Bajo esta condición, es recomendable considerar cuales serían los lugares óptimos donde se podría utilizar a *C. cacti* como un agente de control biológico, ya que debe estar presente su presa. En contraste, los resultados de este estudio no coinciden con los de Ramírez *et al.* (2013), quienes realizaron pruebas de canibalismo con la especie *H. trifurcata* y encontraron que en estado larval y adulto, no hubo canibalismo, ya que tanto las larvas como los adultos de esta especie, murieron de hambre sin ejercer el canibalismo.

#### Conducta de apareamiento y ovoposición

Se observó que la hembra permanece en movimiento alrededor de la caja Petri, mientras que el macho por un periodo corto de tiempo (10-15 s aproximadamente) comienza a buscarla, persiguiéndola hasta alcanzarla. En ese momento la sujeta con las patas anteriores de los bordes posteriores del abdomen levantándola un poco para

quedar arriba de ella e iniciar la cópula, en esta posición permanecieron por un periodo de más de 30 min, tiempo en el cual la hembra se queda inmóvil o sigue caminando alrededor de la caja Petri.

Por otro lado, las hembras al depositar sus huevos localizan preferentemente presas (cochinillas silvestres) cubiertas de cera; una vez que localizaron a su presa, la sujetan con las patas anteriores y con las patas posteriores comienzan a girarla hasta que construyen una cavidad entre la cera que la cubre, y así poder colocar el último segmento abdominal de su cuerpo y depositar un huevo en la cavidad, repitiendo esta acción para cada uno de ellos. No solo se observó ovoposición sobre las presas, que es lo común. Además, ovopositaron encima y debajo de la tela de organza de las cajas Petri donde se encontraban. Durante todo su periodo de vida, que fue de 41 d en promedio, las hembras de *C. cacti*, ovopositaron en promedio 123 y 66 huevos sobre la presa de cochinilla silvestre y en la tela de organza encima y debajo de las cajas Petri, respectivamente.

La conducta de apareamiento y ovoposición de las hembras de *C. cacti*, bajo las condiciones de laboratorio de este estudio fue similar a la que observaron Ramírez *et al.* (2013) en el depredador *H. trifurcata* (Coleóptera: Coccinellidae), sugiriendo que los integrantes de la familia Coccinellidae presentan un patrón de comportamiento parecido durante el apareamiento y ovoposición; a excepción de que *C. cacti* también depositó sus huevos encima y debajo de la tela de organza de las cajas Petri donde se encontraban, indicando que en condiciones de cría masiva en laboratorio, puede ser más eficiente y prolífero.

Las características morfológicas de huevos, larvas, pupas y adultos mostradas por el depredador *C. cacti* descritas en este estudio, fueron consistentes con las pre-establecidas en la literatura. El ciclo de vida completo de *C. cacti* depredador de la cochinilla silvestre (*D. opuntiae*) alcanzó 89 d. El huevo presentó una longevidad de 9 d en promedio; los instares larvales duraron 6, 6, 7 y 10 d en promedio, respectivamente; mientras que la pupa y el adulto alcanzaron 10 y 41 d en promedio respectivamente, a una temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , 45% de humedad relativa y fotoperiodo de 16 h de luz y 8 h de oscuridad. La especie *C. cacti* no registró canibalismo entre adultos; aunque sí lo presentó entre larvas con larvas, larvas con huevos y adultos con huevos. La ovoposición de las hembras adultas del depredador *C. cacti*, ocurrió principalmente sobre la cera secretada por hembras adultas de cochinilla silvestre; y en menor proporción, tanto encima como debajo de la tela de organza colocada en las “ventanas” de las tapas de las cajas Petri utilizadas como jaulas.

#### LITERATURA CITADA

- Badii, M. H. & A. E. Flores. 2001. Prickly pear cacti pest and their control in Mexico. *Florida Entomologist*, (84): 503-505.
- Diodato, L., M. Iturre & M. E. Paz. 2004. Especies de *Dactylopius* en Argentina y factores que inciden en su

- producción. *Quebracho*, (11): 67-72.
- Drea, J. J. and R. D. Gordon. 1990. Predators. 2.1.1. Coccinellidae. (pp. 19-40). In: D. Rosen (Ed.). The armored scale insects, their biology, natural enemies and control. Amsterdam, Elsevier.
- Espinosa-Ortiz, G. E. 2001. *Enemigos naturales de la cochinilla (Dactylopius opuntiae C.) del nopal cardón (Opuntia streptacantha Lemaire) en el municipio de Villa Tezontepec, Hidalgo. México*. Tesis Profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Flores, A., H. Olvera, S. Rodríguez & J. Barranco. 2013. Predation Potencial of *Chilocorus cacti* (Coleoptera: Coccinellidae) to the Prickly Pear Cacti Pest *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae). *Neotropical Entomology*, (42): 407-411.
- Gilreath, M. E. & J. W. Smith. 1988. Natural enemies of *Dactylopius confusus* (Homoptera: Dactylopiidae): Exclusion and subsequent Impact on *Opuntia* (Cactaceae). *Environmental Entomology*, (17): 730-738.
- Goeden, R. D., C. A. Fleschner & D. W. Ricker. 1967. Biological control of prickly pear cacti on Santa Cruz Island, California. *Hilgardia*, (38): 579-606.
- Gordon, R. D. 1985. The Coccinellidae (Coleoptera) of America North of Mexico. *Journal of the New York Entomological Society*, (93): 1-912.
- Hattingh, V. & M. J. Samways. 1994. Physiological and Behavioral Characteristics of *Chilocorus* spp. (Coleoptera: Coccinellidae) in the Laboratory Relative to Effectiveness in the Field as Biocontrol Agents. *Journal of Economic Entomology*, 87(1): 31-38.
- Mann, J. 1969. Cactus-feeding insects and mites. *United States Natural Museum Bulletin*, (256): 1-158.
- Ramírez, A. S., N. O. Santana & J. F. Solís-Aguilar. 2013. Biología de *Hyperaspis trifurcata* Schaeffer (Coleoptera: Coccinellidae) en condiciones de laboratorio. *Dugesiana*, 20(2): 99-103.
- Venegas, R. J. M., J. R. Lomeli-Flores, E. Rodríguez-Leyva, G. Mora-Aguilera & J. M. Valdez. 2010. Enemigos Naturales de *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) en *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller en el centro de México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 26(2): 415-433.
- Zimmermann, H. G., H. E. Erb & R. E. McFayden. 1979. Annotated list of some cactus-feeding insects of South America. *Acta Zoologica Lilloana*, (33): 101-112.

Recibido: 12 de octubre 2015

Aceptado: 15 de junio de 2016



Figuras 1-8. *Chilocorus cacti* L. 1. Huevos próximos a eclosionar. 2. Huevos recién ovopositados. 3. Huevos ovopositados sobre la tela de organza en las cajas de Petri. 4. Sutura epicraneal de larva. 5. Pupa. 6. Dimorfismo sexual (hembra y macho). 7. Canibalismo entre larvas. 8. Canibalismos entre adultos y larvas.



## Dos nuevas especies del género *Coccobius* Ratzeburg (Hymenoptera: Aphelinidae) de los estados de Oaxaca y Tamaulipas, México

### Two new species of the genus *Coccobius* Ratzeburg (Hymenoptera: Aphelinidae) from the states of Oaxaca and Tamaulipas, Mexico

Svetlana Nikolaevna Myartseva<sup>1</sup>, Enrique Ruíz-Cancino<sup>2</sup> & Juana María Coronado-Blanco<sup>3\*</sup>.

<sup>1,2,3</sup>Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario, 87149 Ciudad Victoria, Tamaulipas, México; \*Autora de correspondencia: [jmcoronado@uat.edu.mx](mailto:jmcoronado@uat.edu.mx)

#### RESUMEN

Se describen dos especies nuevas de Aphelinidae de México, *Coccobius setatus* Myartseva, sp. n. del Estado de Oaxaca y *C. tamaulipeus* Myartseva, sp. n. del Estado de Tamaulipas.

**Palabras clave:** parasitoides, México, *Coccobius*, Aphelinidae.

#### ABSTRACT

Two new species of Aphelinidae are described from Mexico, *Coccobius setatus* Myartseva, sp. n. from the State of Oaxaca and *C. tamaulipeus* Myartseva, sp. n. from the State of Tamaulipas.

**Key words:** parasitoids, Mexico, *Coccobius*, Aphelinidae.

El género *Coccobius* Ratzeburg, 1852 pertenece a la subfamilia Coccophaginae de la familia Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) e incluye 94 especies en su fauna mundial (Noyes 2015). Las especies de *Coccobius* son parasitoides primarios de escamas armadas (Hemiptera: Diaspididae). Varias especies tienen importancia económica como enemigos naturales en el control biológico de diáspidos plaga en algunos cultivos agrícolas y en plantas ornamentales (Hayat, 1984; Itioka *et al.*, 1997; Wang *et al.*, 2013).

En México se conocen ocho especies de este género, dos del Estado de Tamaulipas: *Coccobius juliae* Myartseva (Myartseva 2000) y *C. donatellae* Pedata & Evans (Myartseva *et al.* 2003), y seis de Baja California Sur: *C. averini* Myartseva, *C. bacasur* Myartseva, *C. barracas* Myartseva, *C. frontalis* Myartseva, *C. mariae* Myartseva y *C. mexicanus* Myartseva (Myartseva, 2015; Myartseva *et al.*, 2016a, 2016b). Myartseva *et al.* (2016b) presentan la clave para siete especies mexicanas donde es excluida *C. stanfordi* registrada erróneamente en Myartseva *et al.* (2012) y no es incluida *C. frontalis* Myartseva, descrita recientemente (Myartseva *et al.*, 2016a). Por su parte, en este artículo se describen dos especies nuevas de *Coccobius*, una de Oaxaca y otra de Tamaulipas, con un total de diez especies mexicanas.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

Al estudiar el material del Entomological Research Museum, University of California - Riverside, U.S.A. (UCRC) en el Museo de Insectos (MIFA) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, se encontró una especie diferente que había sido colectada en el Estado de Oaxaca en 1984. Además, al estudiar nuevamente una hembra determinada como *C. stanfordi* (Howard, 1914) [publicada en Myartseva *et al.* (2012), la cual fue previamente registrada de Tamaulipas], se encontró que era una nueva especie.

Se realizaron montajes en portaobjetos con bálsamo de Canadá para su estudio. Las fotografías fueron tomadas en un microscopio compuesto Leica CME con 100x y una cámara digital Nikon Coolpix S3100.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de las nuevas especies

*Coccobius setatus* Myartseva, sp. n.

(Fig. 1)

<http://zoobank.org/21F1FE6B-CF1F-4385-84BB-E7C0C61C5848>

Material. Holotipo: ♀, México, Oaxaca, Yague (Yagul), Ruinas, 13.VII.1984 (col. G. Gordh). UCRC ENT 54131. Depositado en UCRC.

Hembra. Longitud del cuerpo: 0.8 mm.

Coloración. Cabeza parda; radícula antenal, escapo y primer segmento funicular pardo oscuro; pedicelo, segundo y tercer segmentos funiculares amarillo oscuro, maza antenal parda. Mesosoma pardo, lóbulo medio del mesoescudo y escutelo pardo oscuro. Alas anteriores hialinas. Patas pardas, excepto el ápice de las coxas medias, el fémur medio y la mitad de la tibia media que son blancuzcos; tarsos blancuzcos con el segmento apical ahumado. Gáster y ovipositor pardo.

Estructura. Cabeza tan ancha como el mesosoma, ligeramente más ancha que alta. Frontovértice cerca de 0.5 veces tan ancho como la anchura de la cabeza. Distancia del ocelo posterior al ojo cerca de 0.6 veces tan larga como la distancia entre los ocelos posteriores. Ojos setosos, cerca de 1.5 veces tan largos como las mejillas. Mandíbula con dos dientes y una porción truncada. Antenas (Fig. 1) insertadas inmediatamente debajo del nivel del margen inferior de los ojos. Distancia entre tórulos 0.6 veces tan larga como la distancia del tórulo al ojo. Radícula antenal 2.8 veces tan larga como ancha. Escapo 5.4 veces tan largo como ancho. Pedicelo 1.7 veces tan largo como ancho y

más corto que el primer segmento funicular. Los primeros tres segmentos funiculares de igual longitud, cada uno cerca de 2.0 veces tan largo como ancho. Primer segmento de la maza antenal ligeramente más largo y más ancho que el tercer segmento funicular y también cerca de 2.0 veces tan largo como ancho. Segmento apical de la maza antenal cerca de 1.7 veces tan largo como el segmento basal y 3.0 veces tan largo como ancho. Maza antenal más corta que el funículo. Primeros cuatro segmentos flagelares con dos sensilas lineales cada uno, segmento apical con tres sensilas. Lóbulo medio del mesoescudo con muchas setas delgadas dispersas; dos setas en el margen basal más largas y más fuertes. Axila con una seta, lóbulo lateral con tres setas. Escutelo con 4 pares de setas, par apical más largo. Escultura del lóbulo medio reticulada irregular, en el escutelo reticulada, medial y lateralmente con celdas elongadas. Ala anterior cerca de 2.8 veces tan larga como ancha, su fleco marginal 0.2 veces tan largo como la anchura alar máxima. Vena submarginal con 10 setas a lo largo de su margen anterior. Vena marginal ligeramente más larga y con 11 setas a lo largo de su margen anterior. Vena postmarginal ausente. Espuela de la tibia media más corta que el basitarso de la pata media (17:25). Gáster más largo que el mesosoma. Ovipositor ligeramente expuesto, dos veces tan largo como la tibia media; tercera válvula cerca de 0.5 veces tan larga como el segundo valvífero y 2.0 veces tan larga como el basitarso de la pata media.

Macho desconocido.

Comentarios. *Coccobius setatus* sp. nov. se identifica como *C. stanfordi* en la clave de Hayat (1984) y como *C. reticulatus* (Compere & Annecke, 1961) en la clave de Hayat & Khan (2010) pero puede ser distinguida de ambas especies por tener 8 setas en el escutelo y por las características siguientes (Cuadro 1).

*Coccobius setatus* es cercana también a *C. averini* Myartseva (Myartseva, 2015), otra especie nueva mexicana del Estado de Baja California Sur (BCS), de la que puede

ser distinguida por las siguientes características: ala anterior hialina, 2.8 veces tan larga como ancha (no ahumada y 2.5 veces tan larga como ancha), vena postmarginal ausente (presente en *C. averini*), ovipositor 2.0 veces tan largo como la tibia media (no 2.3-2.5) y el escutelo con 8 setas (no con 6 setas).

Además, *C. setatus* se identifica como *C. azumai* Tachikawa, 1988 en la clave de Wang *et al.* (2013) para los *Coccobius* de China, pudiendo distinguirse de ella por estas características: escapo pardo oscuro, patas pardas principalmente, gáster uniformemente pardo, escapo más corto que la maza antenal y la vena postmarginal ausente mientras que en *C. azumai* el escapo es fusco en la mitad basal, las patas principalmente amarillo claro, el gáster con porciones negruzcas longitudinales a los lados, el escapo tan largo como la maza antenal y la vena postmarginal presente.

*Coccobius tamaulipecus* Myartseva, sp. n.

(Fig. 2)

<http://zoobank.org/64076D60-6D35-4F60-A5C5-17F217BEF8CD>

Material. Holotipo: ♀, México, Tamaulipas, Miquihuana, ex. Diaspididae on *Sophora secundiflora*, 3.X.1998 (col. S.N. Myartseva). [Identificación errónea de *C. stanfordi* en Myartseva *et al.*, 2012].

Holotipo depositado en UCRC.

Hembra. Longitud del cuerpo: 0.8 mm.

Coloración. Cabeza parduzca; radícula antenal, escapo y primer segmento funicular pardo oscuro; pedicelo, segundo y tercer segmentos funiculares y maza antenal blanco amarillento. Mesosoma pardo, lóbulos laterales amarillentos en la base. Alas anteriores hialinas. Coxas pardo oscuro, 1/3 apical de la coxa media amarillo blancuzco; fémures pardos, fémures frontales y medios blancuzcos en el ápice; tibias pardo claro, su parte apical blancuzca; tarsos blancos con el segmento apical ahumado.

Cuadro 1. Diferencias entre tres especies de *Coccobius*.

Características	<i>setatus</i> sp. n.	<i>stanfordi</i>	<i>reticulatus</i>
Escapo	pardo oscuro	pardo oscuro	ahumado en la base
Patás	pardo principalmente	pardo oscuro principalmente	amarillo principalmente
Ala anterior	2.8 veces tan larga como ancha	3.0 veces tan larga como ancha	2.8 veces tan larga como ancha
Vena marginal	11 setas	14-15 setas	11 setas
Vena postmarginal	ausente	ausente	presente
Ovipositor y tibia media	2.0 veces tan largo como la tibia media	2.0 veces tan largo como la tibia media	1.6-1.8 veces tan largo como la tibia media
Segundo valvífero y 3a. válvula	2.0 veces tan largo como la 3a. válvula	3.4 veces tan largo como la 3a. válvula	2.8-3.0 veces tan largo como la 3a. válvula
Tercera válvula y basitarso medio	2.0 veces tan larga como el basitarso medio	1.7 veces tan larga como el basitarso medio	1.5 veces tan larga como el basitarso medio
Escutelo	8 setas	4 setas	6 setas

Gáster parduzco, base del gáster blancuzca, ovipositor con el segundo valvífero amarillo.

Estructura. Cabeza tan ancha como el mesosoma, 1.2 veces tan ancha como alta. Frontovértice 0.6 veces tan ancho como la anchura de la cabeza. Ojos setosos, 1.7 veces tan largos como las mejillas. Antenas (Fig. 2) insertadas inmediatamente debajo del nivel del margen inferior de los ojos. Distancia entre tórulos 0.8 veces tan larga como la distancia del tórulo al ojo. Radícula antenal 2.0 veces tan larga como ancha. Escapo 4.8 veces tan largo como ancho. Pedicelo 1.4 veces tan largo como ancho y más corto que el primer segmento funicular. Primeros tres segmentos funiculares subiguales en longitud y anchura, cada uno 2.2 veces tan largo como ancho. Primer segmento de la maza antenal ligeramente más corto y más ancho que el segmento funicular precedente y 1.5 veces tan largo como ancho; segundo segmento de la maza 1.7 veces tan largo como el segmento basal y 2.5 veces tan largo como ancho. Maza antenal más larga que los dos segmentos funiculares precedentes juntos. Segmentos funiculares con dos sensilas lineales cada uno, los segmentos de la maza con tres sensilas cada uno. Lóbulo medio del mesoescudo con muchas setas delgadas dispersas, dos setas en el margen basal más largas y más fuertes. Escultura del mesoescudo fina celular-reticulada, visible a mayor magnificación (400x). Escutelo ligeramente más corto que el mesoescudo y con cuatro setas, su escultura longitudinalmente reticulada. Axila con una seta, lóbulo lateral con dos setas. Ala anterior 2.5 veces tan larga como ancha, su fleco marginal cerca de 0.1 veces tan largo como la anchura alar máxima. Vena submarginal con 9 setas a lo largo del margen anterior. Vena marginal más o menos tan larga como la vena submarginal y con

9 setas a lo largo del margen anterior. Vena postmarginal presente, muy corta; vena estigmal también muy corta, con cuello corto y uncus agrandado. Espuela de la tibia media ligeramente más corta que el basitarso de la pata media (18:20). Terguitos gástricos del 1 al 5 con 2, 4, 4, 4 y 3 setas lateralmente, sexto terguito con 4 setas, séptimo terguito con 12 setas en dos hileras. Ovipositor ligeramente expuesto, 1.8 veces tan largo como la tibia media; tercera válvula cerca de 0.4 veces tan larga como el segundo valvífero y 1.9 veces tan larga como el basitarso de la pata media.

Macho desconocido.

Comentarios. *Coccobius tamaulipeus* se identifica como *C. intermedius* (Gahan, 1927) en la clave de Hayat (1984) y como *C. reticulatus* en la clave de Hayat & Khan (2010). Puede ser distinguida de ambas especies por las siguientes características (Cuadro 2).

Debido a que las especies mexicanas de *Coccobius* pueden ser determinadas erróneamente en las claves de las especies de la India y China sin coincidir con la diagnosis, se recomienda usar la clave para siete especies mexicanas de Myartseva *et al.* (2016b), la descripción de *C. frontalis* Myartseva en Myartseva *et al.* (2016a) y de las dos nuevas especies en el presente artículo.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Serguei V. Triapitsyn (UCRC) por el préstamo del material de Oaxaca. Al proyecto PRODEP "Taxonomía y biología de plagas y enemigos naturales en México" y a la UAT, por su apoyo.

Cuadro 2. Diferencias entre especies emparentadas de *Coccobius*.

Características	<i>tamaulipeus</i> sp. n.	<i>intermedius</i>	<i>reticulatus</i>
Setas en el escutelo	4	4	6
Escapo	pardo oscuro	pardo oscuro	ahumado en la base
Patatas	pardo principalmente	amarillo	amarillo principalmente
Maza antenal	blanco amarillento	amarillo	de parduzco a claro
Ala anterior	2.5 veces tan larga como ancha	2.3 veces tan larga como ancha	2.8 veces tan larga como ancha
Segmento funicular 1 vs segmento 2	igual	más largo	igual
Vena marginal	9 setas	9 setas	11 setas
Vena postmarginal	ausente	ausente	presente
Vena estigmal	corta	larga	corta
Ovipositor y tibia media	1.8 veces tan largo como la tibia media	1.5 veces tan largo como la tibia media	1.6-1.8 veces tan largo como la tibia media
Segundo valvífero y 3a. válvula	2.6 veces tan largo como la 3a. válvula	3.5 veces tan largo como la 3a. válvula	2.8-3.0 veces tan largo como la 3a. válvula
Tercera válvula y basitarso medio	1.9 veces tan larga como el basitarso medio	1.2 veces tan larga como el basitarso medio	1.5 veces tan larga como el basitarso medio



## LITERATURA CITADA

- Hayat, M. 1984. Notes on some species of *Coccobius* and *Prophycus* (Hymenoptera: Aphelinidae), with special reference to Girault and Howard types. *Oriental Insects*, 18: 289-334.
- Hayat, M. & F.R. Khan. 2010. Additions to the Aphelinidae of India (Hymenoptera – Chalcidoidea): 1. On species of *Ablerus* Howard, *Coccobius* Ratzeburg, *Coccophagus* Westwood, *Pteroptrix* Westwood and *Idiococcobius* Hayat gen. nov. *Colemania*, 21: 1-31.
- Itioka, T., T. Inoue, T. Matsumoto & N. Ishida. 1997. Biological control by the exotic parasitoids: Eight-year population dynamics and life tables of the arrowhead scale. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 85: 65-74.
- Myartseva, S.N. 2000. The genus *Coccobius* new for Mexico, with description of a new species and key to Nearctic species (Hymenoptera: Aphelinidae). *Zoosystematica Rossica*, 8 (2): 331-334.
- Myartseva, S.N. 2015. Three new species of the genus *Coccobius* Ratzeburg, 1852 (Hymenoptera: Aphelinidae) from Mexico. *Russian Entomological Journal* 24(3): 243-246.
- Myartseva, S.N., G. Gaona-García & E. Ruíz-Cancino. 2003. Parasitoides (Hymenoptera: Aphelinidae) de *Comstockiella sabalis* (Homoptera: Diaspididae) en México y redescrición de *Coccobius donatellae* (Pedata & Evans) (Hymenoptera: Aphelinidae). *BioTam, Nueva Serie*, 14(2): 21-26.
- Myartseva, S.N., E. Ruíz-Cancino & J.M. Coronado-Blanco. 2012. *Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) de importancia agrícola en México. Revisión y claves*. Serie Avispas Parasíticas de Plagas y otros Insectos No. 8. Ciudad Victoria, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas. [CD].
- Myartseva, S.N., E. Ruíz-Cancino & J.M. Coronado-Blanco. 2016a. Coccophaginae (Hymenoptera: Chalcidoidea: Aphelinidae) de México con clave de géneros y descripción de una nueva especie. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie): 32 (1): 6-11.
- Myartseva, S.N., E. Ruíz-Cancino & J.M. Coronado-Blanco. 2016b. Two new species of the genus *Coccobius* Ratzeburg, 1852 (Hymenoptera: Chalcidoidea: Aphelinidae) from Mexico. *Zoosystematica Rossica* 25(1): 165-172.
- Noyes, J.S. 2015. *Universal Chalcidoidea Database*. Worldwide Web electronic publication. [www.nhm.ac.uk/chalcidoids](http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids). (Last updated: April 2015).
- Ratzeburg, J.T.C. 1852. *Die Ichneumoniden der Forstinsecten in forstlicher und entomologischer Beziehung. Ein Anhang zur Abbildung und Beschreibung der Forstinsecten*. Dritter Band, Berlin.
- Wang, Z.H., J. Huang & D.M. Pan. 2013. Taxonomic review of *Coccobius* species (Hymenoptera: Aphelinidae) from China, with notes on their use in biological control of scale insect pests (Hemiptera: Diaspididae), and description of a new species. *Journal of Natural History*, 48 (5-6): 359-373.

Recibido: 22 de octubre 2015

Aceptado: 20 de junio 2016



Figura 1. *Coccobius setatus* Myartseva sp. n., holotipo hembra (habitus).



Figura 2. *Coccobius tamaulipeus* Myartseva sp. n., holotipo hembra (habitus).

## Anotaciones sobre *Lamycetes (Lamycetes) tolucanus* Chamberlin, 1943 (Lithobiomorpha: Henicopidae), un ciempiés endémico de México

### Notes on *Lamycetes (Lamycetes) tolucanus* Chamberlin, 1943 (Lithobiomorpha: Henicopidae), an endemic centipede from Mexico

Ismael Eduardo Huerta de la Barrera\* & Fabio Germán Cupul-Magaña\*\*

\*Egresado de la licenciatura en biología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Km 15.5 carretera a Nogales, Las Agujas, Nextipac, C.P. 45100, Zapopan, Jalisco, México. ismael.huerta.bio@gmail.com; \*\*Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad No. 203, Delegación Ixtapa, C.P. 48280, Puerto Vallarta, Jalisco, México. fabiocupul@gmail.com.

#### RESUMEN

Se describen características anatómicas adicionales de *Lamycetes (Lamycetes) tolucanus* Chamberlin, 1943, no mencionadas en la descripción original. Se revisó el topotipo depositado en la Colección Nacional de Ácaros (CNAC), Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. La especie sólo se conoce para el Nevado de Toluca y Morelos, México.

**Palabras clave:** Morelos, Myriapoda, Nevado de Toluca, Taxonomía, Topotipo.

#### ABSTRACT

We describe additional external anatomical characteristics of *Lamycetes (Lamycetes) tolucanus* Chamberlin, 1943, not mentioned in the original description. Topotype deposited in the Colección Nacional de Ácaros (CNAC), Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México was examined. The species is only known from Nevado de Toluca and Morelos, Mexico.

**Key words:** Morelos, Myriapoda, Nevado de Toluca, Taxonomy, Topotype.

Los ciempiés del orden Lithobiomorpha se caracterizan por presentar un cuerpo corto (que no excede los 30 mm de longitud), desarrollo hemianamórfico, cápsula cefálica deprimida dorsoventralmente, cabeza generalmente con ocelos, terguitos largos y cortos alternados y, en estado adulto, 15 pares de patas (Foddai *et al.* 2002, Zapparoli y Edgecombe 2011, García-Ruiz 2015). A nivel mundial se conocen aproximadamente 63 géneros y 1,100-1,200 especies válidas, incluidos en las familias Henicopidae Pocock, 1901 y Lithobiidae Newport, 1844 (Minelli 2011, Zapparoli y Edgecombe 2011).

Para México se han registrado 60 especies de litobiomorfos, de las que 56 corresponden a Lithobiidae y cuatro a Henicopidae (Cupul-Magaña 2013a). Estas últimas cuatro especies, dos endémicas y dos introducidas, se incluyen dentro del género *Lamycetes* Meinert, 1868 (Cupul-Magaña 2013a). Las especies del género *Lamycetes* tienen cuerpo estrecho, con el margen del coxoesternito forcipular curvado; usualmente con 2+2 dientes y setas porodontas; sin ocelos o con uno a cada lado de la cabeza; los márgenes de los terguitos son redondeados y carentes de proyecciones laterales posteriores; espiráculos en los segmentos 1, 3, 5, 8, 10, 12 y 14; las patas 1-12 con artejos simples y los tarsos de las patas 13-15 bipartitas (Eason 1992, Edgecombe 2004, Zapparoli y Edgecombe 2011).

De las especies presentes en México, *L. leon* Chamberlin, 1944 y *L. tolucanus* Chamberlin, 1943 son consideradas endémicas del país, debido a que la primera sólo se conoce

para Ciénaga de Flores, Nuevo León, y la segunda, para la actual Ciudad de México (en la cita original se menciona D.F.: Nevado de Toluca, lo que posiblemente es incorrecto, ya que territorialmente el Nevado de Toluca se encuentra en el Estado de México) y Morelos (Cupul-Magaña 2011). Las especies introducidas son los ciempiés cosmopolitas *L. coeculus* (Brölemann, 1889) y *L. emarginatus* (Newport, 1844) (Enghoff 1975, Cupul-Magaña 2013b).

Chamberlin (1943), describió para México a la especie *L. tolucanus* a partir de un macho. Incluyó una breve descripción de la proporción de las patas terminales, el número de artejos de las antenas, el color del cuerpo y las patas, los apéndices de los gonópodos del macho, así como el dibujo de una pata terminal y comparó con otras dos especies de litobiomorfos. La descripción original es como sigue: "Apparently nearest to *L. pinampus* of the southwestern United States but with the anal legs relatively much shorter. In these the first tarsal joint is only about 5.5 times longer than thick instead of about 8 times. Readily distinguished from the wide-spread *L. fulvicornis* (actual sinónimo de *L. emarginatus*) in having the articles of the antennae 28 instead of 25. The body and appendages of the holotype have distinctly greenish cast. Gonopodal appendages of male widely separated, straight and slender, terminating in a straight, slender spine. Length, about 7 mm. Localities.— D. F.: Nevado de Toluca, one male taken under stone in crater at 4,100 meters elevation on April 27, 1941 by F. Bonet. Morelos: Cuernavaca, Chapultepec,

September 19, 1941. Several females taken by F. Bonet”.

El objetivo de este trabajo es describir características anatómicas externas de *L. tolucanus* no mencionadas por Chamberlin (1943), para esclarecer su estatus taxonómico a partir de la revisión de un topotipo depositado en la sección de Myriapoda de la Colección Nacional de Ácaros (CNAC) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se revisó un ejemplar macho de *L. tolucanus* preservado en etanol al 70% y depositado en la CNAC del Instituto de Biología de la UNAM. Este espécimen, recolectado por el Dr. Federico Bonet el 27 de abril de 1941 en el Nevado de Toluca, fue designado como topotipo por el mismo Chamberlin (Hoffmann 1993). Para realizar la descripción, se revisó el ciempiés con un microscopio estereoscópico Optika® y una fuente de luz Fiber-Lite®. Para nombrar las características anatómicas externas del ejemplar, se utilizó la terminología taxonómica propuesta por Bonato *et al.* (2010). Las ilustraciones se elaboraron por el primer autor en una cámara clara a partir de fotografías tomadas con una cámara digital Kodak C713 de 7 megapíxeles adosada al microscopio. No se observaron las características del clípeo, labio, mandíbula y segunda maxila, para evitar manipular y dañar al ejemplar por su fragilidad.

## RESULTADOS

*Lamyctes (Lamyctes) tolucanus* Chamberlin, 1943 (Fig. 1)

**Material examinado:** Topotipo macho, CNAC-MyT0012. México: Estado de México, Nevado de Toluca, 27-IV-1941, col. F. Bonet. Longitud total de 6.75 mm (Fig. 1a). Coloración amarillo pálida con tonalidades más claras en la mayor parte del cuerpo; las patas presentan el mismo patrón de coloración que el cuerpo, con excepción de las uñas o garras que son translúcidas y de color ámbar al igual que los ocelos. Los terguitos son transparentes en su totalidad, con apariencia cristalina en vista lateral; en vista dorsal, aparentan una coloración similar a la del resto del cuerpo. Longitud de la placa cefálica en su parte media de 0.77 mm y un ancho máximo de 0.65 mm. El margen anterior de la placa cefálica con una muesca medianamente pronunciada y muy redondeada. La placa cefálica con sutura longitudinal media casi imperceptible y, a cada lado de ella, se observa una estría diagonal que se proyecta en dirección anteroposterior (Fig. 1b). Órgano de Tömösváry de tamaño medio, ubicado cerca de los márgenes laterales en la región media de la placa cefálica y colindante con la región media del trocanteroprefémur (Fig. 1c). Sutura transversal de la placa cefálica fuertemente marcada con grecas muy pronunciadas que derivan de la región ocelar, en la cual se encuentra un único ocelo de gran tamaño a cada lado de la placa cefálica (Fig. 1b). Los ocelos son casi imperceptibles en vista lateral por su coloración similar a la de la placa cefálica. El margen posterior de la placa cefálica

está curvado débilmente, de manera cóncava, y se encuentra fuertemente fusionado con el preterguito forcipular (Fig. 1b). La longitud de las antenas, totalmente extendidas, se proyecta hasta el quinto par de patas; además, poseen 27 artejos cubiertos por una gran cantidad de setas (Fig. 1c); el artejo I mide 2.5 veces la longitud del artejo XXVI; el artejo II es el más grande de todos los segmentos antenales, mide 3 veces la longitud del XXVI; los artejos III-XXVI, salvo el X y XI que son ligeramente más pequeños (más anchos que largos y forman un grupo), son de proporciones similares; el artejo XXVII es ovalado y mide 2 veces la longitud del XXVI. La longitud del coxoesternito forcipular es aproximadamente 0.5 veces la longitud total de la placa cefálica, es de forma subtrapezoidal y presenta diversas estrías medianamente apreciables que se derivan de la hendidura media hacia los costados (Fig. 1d). La región posterior del coxoesternito forcipular es 1.5 veces más ancha que la longitud de su región anterior. La placa dental coxoesternal presenta 2+2 dientes que se reducen de tamaño de la base a la cúspide redondeada, están separados entre sí y no presentan pigmentaciones oscuras a cada lado; además, ostentan una espina porodonta y largas setas en la región anterolateral (Fig. 1d). Los trocanteroprefémures de las forcípulas son de gran tamaño y abarcan una gran parte de la capsula cefálica. Las zona de contacto entre cada uno de los artejos de las forcípulas son casi imperceptibles. El trocanteroprefémur es el artejo de mayor tamaño y corresponde al 50% de la longitud de la forcípula; además, presenta estrías que parten de la base y se dirigen hacia el ápice. El cuerpo mide 8.75 veces la longitud de la cabeza. Los márgenes de los terguitos son de forma cóncava en el margen anterior, convexo en el posterior y romos en las esquinas laterales; el margen posterior de cada terguito está sobrepuesto al margen anterior del terguito que le precede (Fig. 1a). El espécimen sólo tiene las patas 1, 2, 3, y 4 del lado izquierdo, 8 y 9 del lado derecho, así como una pata terminal desprendida con una longitud de 1.5 mm. Todas las patas observadas están cubiertas de setas. La longitud de la pata 1 es de 0.87 mm, con el prefémur y el fémur anchos y cortos a diferencia de la tibia y el tarso que son largos y delgados (Fig. 1e). El prefémur de la pata 1 tiene 2.5 veces la longitud del prefémur de la pata terminal. La pata terminal tiene seis artejos largos y delgados, donde el tarso 2 tiene 1.5 veces la longitud del prefémur (Fig. 1f). Las coxas de los pares de patas 13 a 15 con dos depresiones coxales (poros) y, las del par 12 con una depresión (1, 2, 2) (Fig. 1g). En el resto de las coxas no se observaron depresiones. Los gonópodos no se aprecian en su totalidad por el deterioro en el tejido del ejemplar, pero tienen forma subcilíndrica con una ligera curvatura hacia la línea media del cuerpo (Fig. 1g).

## DISCUSIONES

Las diferencias morfológicas entre *L. tolucanus* y las otras tres especies del género *Lamyctes* registradas en México se observan en la presencia de ocelos y la



disposición de los artejos de las antenas. Así, mientras que *L. emarginatus* y *L. tolucanus* poseen un ocelo a cada lado de la cabeza, *L. coeculus* no los tiene (Zapparoli y Shelley 2000, Edgecombe 2004). Sobre la presencia de esta última característica en *L. leon*, Chamberlin (1944) no mencionada nada al respecto en la descripción original de la especie.

En cuanto a la disposición de los artejos de las antenas, los dos basales (I y II) son los más grandes en las cuatro especies, al igual que el artejo terminal, que es elongado. Sin embargo, en *L. tolucanus* el par de artejos X y XI es más corto que el resto; diferente a lo documentado en *L. leon* (antena con 23-27 segmentos) donde más allá de los dos segmentos basales, el resto son homogéneos y no se observa grupo alguno de dos segmentos (Chamberlin 1944). Por su parte, para *L. coeculus* (antena con 17-24 segmentos), los artejos III y IV son cortos y cada par de segmentos sucesivos (V-VI, VII-VIII, etc.) son de proporciones similares (Edgecombe 2004). En *L. emarginatus* (antena con 24-29 segmentos), después de los segmentos basales, se observan algunos grupos de dos artejos más pequeños cada cierto intervalo (Cupul-Magaña 2013b).

Por otra parte, Chamberlin (1943) menciona que *L. tolucanus* posee antenas con 28 segmentos, pero nosotros sólo contamos 27 artejos en el ejemplar examinado. Asimismo, aunque en lithobiomorfos las antenas poseen un número de caracteres con cierta utilidad taxonómica (Mundel 1981), será necesario identificar todas las poblaciones posibles y recolectar nuevos especímenes de *L. tolucanus*, con el fin de evaluar la variabilidad intrapoblacional e intraespecífica, así como para observar la morfología del clipeo, labio, mandíbula y segunda maxila, no revisados en este trabajo por la fragilidad del espécimen, y que tienen un gran valor taxonómico y filogenético (Edgecombe *et al.* 2002).

Hasta no tener mayor información y a partir de los caracteres revisados, es posible establecer que *L. tolucanus* es una especie diferente a las otras tres registradas para el país.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Oscar Francke y a la Dra. Tila María Pérez por permitirnos el acceso a las Colecciones Nacionales de Arácnidos (CNAN) y Ácaros (CNAC). A la Mtra. Griselda Montiel Parra, técnica académica de la CNAN y la CNAC, por las gestiones para el préstamo de *L. tolucanus*. A la División de Ciencias Biológicas y Ambientales del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, por el apoyo otorgado al primer autor para realizar su práctica profesional. A la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) por su apoyo a través del proyecto "Actualización del Catálogo de Autoridades Taxonómicas (CAT) de Myriapoda en México" (KT009). A los revisores por sus comentarios.

#### LITERATURA CITADA

- Bonato, L., G.D. Edgecombe, J.G.E. Lewis, A. Minelli, L.A. Pereira, R.M. Shelley and M. Zapparoli. 2010. A common terminology for the external anatomy of centipedes (Chilopoda). *Zookeys*, (69): 17-51.
- Chamberlin, R.V. 1943. On Mexican centipeds. *Bulletin of the University of Utah, Biological Series*, 7(3): 1-55.
- Chamberlin, R.V. 1944. Chilopods in the collections of Field Museum of Natural History. *Field Museum of Natural History, Zoological Series*, 28(4): 175-216.
- Cupul-Magaña, F.G. 2011. Nueva distribución de *Lamyctes coeculus* (Brölemann, 1889) (Chilopoda: Lithobiomorpha: Henicopidae) en México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 27(1): 197-200.
- Cupul-Magaña, F.G. 2013a. La diversidad de los ciempiés (Chilopoda) de México. *Dugesiana*, 20(1): 17-41.
- Cupul-Magaña, F.G. 2013b. Primer registro del ciempiés introducido *Lamyctes emarginatus* (Newport, 1844) (Lithobiomorpha: Henicopidae) para México. *Entomotropica*, 28(1): 61-64.
- Eason, E. H. 1992. On the taxonomy and geographical distribution of the Lithobiomorpha. *Berichte des Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereins in Innsbruck-Supplementa*, 10: 1-9.
- Enghoff, H. 1975. Notes on *Lamyctes coeculus* (Brölemann), a cosmopolitan, parthenogenetic centipede (Chilopoda: Henicopidae). *Insect Systematics & Evolution*, 6(1): 45-46.
- Edgecombe, G.D. 2004. *Remylamyctes* (Chilopoda: Lithobiomorpha), a henicopid centipede from Madagascar and Réunion. *Zootaxa*, (686): 1-11.
- Edgecombe, G.D., G. Giribet and W.C. Wheeler. 2002. Phylogeny of Henicopidae (Chilopoda: Lithobiomorpha): a combined analysis of morphology and five molecular loci. *Systematic Entomology*, 27(1): 31-64.
- Foddai, D., L.A. Pereira and A. Minelli. 2002. Geophilomorpha. (pp. 417-427). In: Llorente Bousquest J. y J.J. Morrone (Eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento, Vol. III*. CONABIO-UNAM, México.
- García-Ruiz, A. 2015. Clase Chilopoda: Lithobiomorpha. *Revista Ibero Diversidad Entomológica @ccesible - SEA*, 32: 1-9.
- Hoffmann, A. 1993. *Las colecciones de artrópodos de A. Hoffmann*. Cuadernos 19. Instituto de Biología-UNAM, México.
- Minelli, A. 2011. Class Chilopoda, Class Symphyla and Class Pauropoda. (pp. 157-158). In: Zhang, Z. -Q. (Ed.). *Animal biodiversity: An outline of higher - level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa*, 3148: 1-237.
- Mundel, P. 1981. *A review of the lithobiomorph centipedes of Mexico*. Ph.D. Thesis. University of Wisconsin-Madison, Madison.

Zapparoli, M. and G.D. Edgecombe. 2011. Order Lithobiomorpha. (pp. 371-392). In: Minelli, A. (Ed.). *The Myriapoda: Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology, Vol. 1*. Brill, Leiden.

Zapparoli, M. and R.M. Shelley. 2000. The centipede order Lithobiomorpha in the Hawaiian Islands (Chilopoda). I. The epigeal fauna. *Bishop Museum Occasional Papers*, (63): 35-49.

Recibido: 12 de mayo 2016

Aceptado: 21 de junio 2016

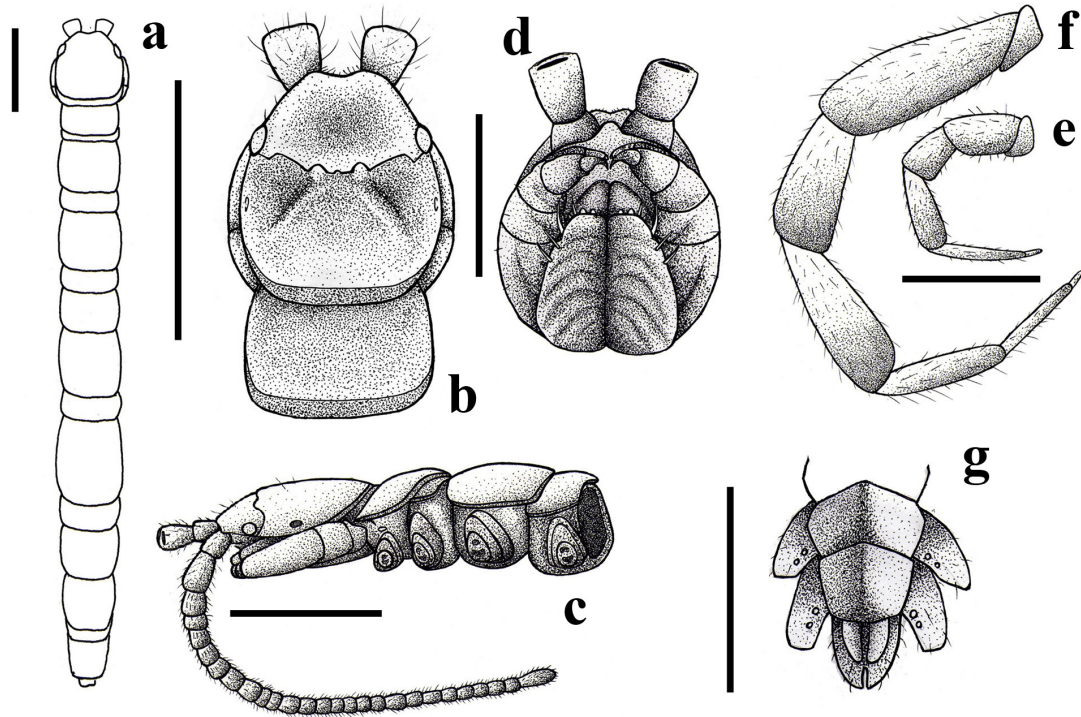


Figura 1. *Lamyctes (Lamyctes) tolucanus*. a) Vista dorsal del cuerpo. b) Vista dorsal de la placa cefálica. c) Vista lateral de la placa cefálica y primeros cuatro terguitos. d) Vista dorsal de la placa cefálica y primer terguito. e) Pata caminadora 1. f) Última pata. g) Vista ventral de los últimos segmentos corporales y coxas del par de patas 14 y 15. Marca de escala de 1 mm en figuras a, b, c y g, de 0.5 mm en d y de 0.3 mm en e y f.

## Comunicación química de coleópteros Melolonthidae distribuidos en México: a una década de distancia

### Chemical communication in Coleoptera Melolonthidae of Mexico: a decade of distance

Angel Alonso Romero-López

Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Col. Jardines de San Manuel, Código postal 72570, Puebla, México. Correo electrónico: alonso.romerolopez@correo.buap.mx

#### RESUMEN

Después de 10 años de estudios sobre ecología química de los coleópteros Melolonthidae (“melolóntidos”), se cuenta con registros de la “comunicación química sexual” (CQS) y de la “comunicación química alimentaria” (CQA) (interacción melolóntido-planta hospedera) de especies distribuidas en México de los géneros *Phyllophaga*, *Macrodactylus*, *Cyclocephala* y *Paranomala*. Esto ha permitido recopilar información sobre la comunicación química (“emisor”, “mensaje químico”, “receptor”) de algunas de estas especies. En lo referente a la CQS, en el “emisor” se han localizado tres posibles sitios de producción de atrayentes sexuales en las hembras de este grupo: 1) un epitelio secretor especializado ubicado en la cámara genital; 2) microorganismos endosimbóticos y 3) glándulas accesorias tipos I y II. El “mensaje químico” ha sido parcialmente identificado y probada su actividad biológica, encontrándose derivados fenólicos (butilhidroxianisol), derivados de aminoácidos (3,3 dietil 2,4 azetidina-dione) y ácidos grasos (ácido hexadecanoico, ácido eurístico), entre otros compuestos. Para el “receptor”, se ha obtenido información sobre la anatomía y electrofisiología del sistema olfativo de estos escarabajos, además de identificar tipos y “subtipos” de quimiorreceptores antenales relacionados con la atracción sexual (sensilas placoideas y aurículas). En el caso de la CQA, se han logrado probar algunos “emisores” (hojas y raíces de plantas consideradas hospederas de adultos de *Macrodactylus*), los cuales liberan “mensajes químicos” (aún por identificar) que provocan la atracción del “receptor” (hembras y machos, en este caso, con sensilas relacionadas con la captación de estos volátiles -basiconicas y celocónicas-). Por último, se discute el impacto de esta línea de investigación en el estudio de los melolóntidos mexicanos desde diferentes enfoques y las perspectivas de consolidación como alternativa para el conocimiento, manejo y conservación de la biodiversidad.

**Palabras clave:** Comunicación química sexual, comunicación química alimentaria, melolóntidos, atrayentes, manejo, conservación.

#### ABSTRACT

After 10 years of studies on chemical ecology of the Coleoptera Melolonthidae (“melolonthids”), there are records of “sexual chemical communication” (SCC) and “alimentary chemical communication” (ACC) (melolonthid-host plant interaction) of species distributed in Mexico of *Phyllophaga*, *Cyclocephala*, *Macrodactylus*, and *Paranomala*. This has allowed to obtain information about chemical communication (“sender”, “chemical message”, “receiver”) of some of these species. In relation to SCC, for “sender” three possible sex attractants production sites have been located in the females of Melolonthidae: 1) a specialized secretory epithelium located into the genital chamber; 2) endosymbiotic microorganisms and 3) accessory glands type I and type II. The “chemical message” has been partially identified and tested its biological activity, finding derived phenolic (butylhydroxyanisole), derived from amino acids (3.3 diethyl 2,4 azetidina-dione), fatty acids (hexadecanoic acid, euricic acid), among other compounds. For the “receiver”, we have obtained information about the anatomy and electrophysiology of the olfactory system of these beetles, as well as identify types and “subtypes” of antennal chemoreceptors, related to the sexual attraction (placodea and aurilic sensilla). In the case of ACC, has been test some “senders” (leaves and roots of plants considered as a host of *Macrodactylus*), which released “chemical messages” (yet to be identified) that cause the attraction of the “receiver” (females and males), in this case, with the sensilla related to the uptake of these volatiles (basiconic and coeloconic sensilla). Finally, the impact of this research area for the study of the melolonthids of Mexico from different approaches and perspectives of consolidation as an alternative for the knowledge, management and conservation of biodiversity, is discussed.

**Key words:** Sexual chemical communication, alimentary chemical communication, melolonthids, attractants, management, conservation.

El estudio de la comunicación química de un insecto permite conocer la etapa de su comportamiento en la cual puede encontrarse el intercambio de información química. Cuando el contexto de ello es la “comunicación química sexual” (CQS), está involucrado un “emisor” (generalmente, las hembras), con la producción y liberación del “mensaje químico” (atrayentes o feromonas sexuales), además de la localización de éste por parte del “receptor” (generalmente, los machos). De igual modo, cuando se habla de la “comunicación química alimentaria”

(CQA), estos tres elementos son el eje fundamental de la comunicación, modificándose sólo los interactuantes propios de una relación planta-insecto. En el caso de los coleópteros Melolonthidae (melolóntidos), ambos esquemas de comunicación química han comenzado a estudiarse en los últimos 10 años. La CQS ha sido el principal interés en especies distribuidas en México: se ha obtenido información del esquema completo para cuatro especies del género *Phyllophaga*, dos de *Macrodactylus*, una de *Cyclocephala* y una de *Paranomala*, mientras que



en el caso de diversas especies de la tribu Hopliini, se han recopilado datos exclusivamente sobre el “receptor”. Con respecto a la CQA meloléntido-planta hospedera, se cuenta con información incipiente sobre la atracción que provocan algunas plantas hospederas como el maíz *Zea mays* (L.) (Poaceae) y el “azumiate” *Selecio salignus* (Kunth) (Asteraceae) en hembras y machos de *M. nigripes* y *M. mexicanus*, en condiciones de laboratorio (Nieves-Silva y Romero-López 2016, Romero-López *et al.* datos no publicados).

El presente ensayo pretende difundir la información que se ha podido recopilar durante la década reciente, sobre la comunicación química de los meloléntidos mexicanos. Esta línea de investigación, desde ambas vertientes (enfoques CQS y CAA), ofrece perspectivas atractivas para obtener información básica sobre la biodiversidad de México, para complementar aspectos taxonómicos, filogenéticos y evolutivos del grupo, brindar alternativas para el manejo de especies plaga y para proponer estrategias para la conservación de meloléntidos “benéficos”.

### 1. Generalidades de la familia Melolonthidae

De acuerdo a Cherman y Morón (2014), la familia Melolonthidae comprende un número considerable de coleópteros de formas, tamaños y hábitos variados. En general, los adultos de este grupo presentan antenas formadas por ocho a diez artejos, de los cuales tres a siete corresponden a la maza antenal. El tamaño corporal es variable: una longitud total de 3 a 130 mm, mientras que la anchura máxima de los élitros es de 1.8 a 51 mm y la expansión alar entre 8 y 230 mm. La longitud dorsal es de 12 a 225 mm y la anchura del abdomen de 2 a 40 mm. Los adultos presentan dimorfismo sexual diverso, desde muy acentuado hasta poco perceptible. Coloración diversa, de origen químico, fisicoquímico o físico. Las larvas son escarabeiformes con antenas formadas por cuatro artejos alargados. Pupas exaradas y adécticas.

Los meloléntidos están presentes en todos los hábitats continentales, insulares y algunos lénticos, excepto en ambientes con hielos perennes. Se encuentran desde el edafón hasta el dosel; los adultos se alimentan de hojas, flores, tallos, frutos, polen, néctar, savia, corteza y detritus vegetal, rara vez depredan adultos o inmaduros de coleópteros, homópteros o formícidos. Las larvas consumen raíces, humus o xilema. Varias especies se asocian con nidos de termitas y hormigas y madrigueras de roedores (Morón *et al.* 1997, Morón *et al.* 2014). Se trata de insectos holometábolos (durante su desarrollo ocurren eventos de embriogénesis y diferenciación con intervención de formas larvarias y pupales) con huevo, tres estadios larvales, pupa y adulto. El ciclo de vida es usualmente univoltino, bivoltino o trivoltino (Morón *et al.* 2014).

Con respecto a la ecología y comportamiento de estos insectos, el interés se ha centrado recientemente en aspectos de su comportamiento precopulatorio, principalmente la fase relacionada con la participación de sustancias

químicas. En la presente revisión, se efectúa un recuento del avance en los estudios sobre la comunicación química de estos insectos, principalmente en aquellos que están relacionados con su actividad sexual y alimentaria.

### 2. Comunicación química sexual de los meloléntidos

La Ecología química se encarga del estudio de sustancias químicas relacionadas en las interacciones ecológicas intra e interespecíficas entre organismos (Wood 1983, Cortez 2013). Dichas sustancias son consideradas como infoquímicos, los cuales transmiten información en una interacción entre muchos individuos, provocando en el receptor una respuesta conductual o fisiológica, con carácter adaptativo para cualquiera de los interactuantes o para ambos (Dicke y Sabelis 1988). Éstos se subdividen en aleloquímicos y feromonas. Los aleloquímicos median interacciones entre dos individuos de diferentes especies y se dividen en alomonas (el segundo interactuante se favorece en el contacto), kairomonas (solo el primero de los interactuantes se beneficia) y sinomonas (ambos interactuantes son beneficiados). En el caso de las feromonas, sustancias que se encuentran involucradas en interacciones entre individuos de la misma especie, destacan las feromonas sexuales, los cuales median interacciones entre organismos de la misma especie y diferente sexo, con fines de apareamiento (Nordlund y Lewis 1976, Dicke y Sabelis 1988).

El interés por la comunicación química y el comportamiento sexual de los insectos fitófagos, que se integran en el término “comunicación química sexual” (CQS) (Romero-López y Arzuffi 2010) se ha incrementado de manera importante en años recientes, principalmente por los beneficios que se obtienen en el área agrícola con el monitoreo, manejo y control de plagas. En general, el estudio de la CQS de un insecto permite conocer la etapa de su comportamiento en que puede observarse algún tipo de comunicación basada en el uso de sustancias químicas conocidas como infoquímicos (Dicke y Sabelis 1988). Dicha etapa se considera como comportamiento precopulatorio y es lo que ocurre entre el momento en que aparece el elemento “emisor” (generalmente la hembra) del infoquímico o “mensaje químico” y es localizado por el “receptor” (generalmente el macho), hasta el momento en que se presenta el contacto sexual (Eberhard 1993, Facundo *et al.* 1999). La forma más práctica de estudiar la CQS de un insecto es conocer su comportamiento precopulatorio, ubicar la fase en la que pudiera estar involucrada alguna sustancia atrayente, establecer el momento en que el emisor comienza a atraer al receptor (ya sea con movimientos corporales o con la liberación de un mensaje químico, que en este caso es un atrayente o feromona sexual) y darle seguimiento al desenlace de esta etapa de cortejo, conformada por el acercamiento del receptor hacia el emisor y el contacto sexual final (Facundo *et al.* 1999, Romero-López y Arzuffi 2010) (Figura 1). Bajo este esquema, es posible abordar la CQS de cualquier modelo biológico o

grupo, como es el caso de los melolontidos.

### 2.1. Comportamiento precopulatorio

Para el estudio de la CQS de una especie en particular, se requiere antes que cualquier cosa, contar con información sobre su comportamiento precopulatorio. La secuencia de patrones que conforman el comportamiento de los melolontidos, se basa en una constante general: mientras las hembras emergen, liberan sustancias con las cuales atraen los machos (Morón 1986, Eberhard 1993, Leal 1998, Romero-López y Arzuffi 2010). Los actos que anteceden y provocan la liberación de los atrayentes y/o feromonas sexuales, forman parte del patrón conocido como “llamado sexual”, término empleado para referir el comportamiento que presentan las hembras de diversos insectos, incluidos los coleópteros, inmediatamente antes y durante la exposición de su glándula feromonal (McNeil 1991, Leal 1998). Existen descripciones del comportamiento que antecede a la cópula en los coleópteros Melolonthidae. Se cuenta con información para *Costelytra zealandica* White, 1846 (Chapman 1975), *Phyllophaga crinita* Burmeister, 1855 (Teetes *et al.* 1976), *Cyclocephala borealis* Arrow, 1911 (Potter 1980), *Cyclocephala immaculata* Olivier, 1789 (Potter 1980), *Phyllophaga anxia* LeConte, 1850 (Guppy 1982), *Phyllophaga macrophylla* Bates, 1888 (Morón 1986), *Cotinis nitida* L., 1758 (Domek y Johnson 1987), *Phyllophaga vetula* Horn, 1887 (Villalobos 1990), *Holotrichia parallela* Motschulsky, 1854 (Leal *et al.* 1992), *Phyllophaga vicina* Moser, 1918 (Eberhard 1993), *Anomala* (= *Exomala*) *orientalis* Waterhouse, 1875 (Zhang *et al.* 1994, Facundo *et al.* 1999), *Maladera matrida* Argaman, 1986 (Yarden y Shani 1994, Falach *et al.* 2003), *Phyllophaga lalanza* Saylor, 1941 (Morón *et al.* 1996), *Paragymnetis flavomarginata sallei* Schaum, 1849 (Arce-Pérez y Morón 1999), *Holotrichia reynaudi* Blanchard, 1851 (Ward *et al.* 2002), *Phyllophaga lanceolata* Saylor, 1825 (Nojima *et al.* 2003), *Phyllophaga elenans* Saylor, 1938 (Oehlschlager *et al.* 2003), *Phyllophaga cuyabana* Moser, 1918 (Oliveira y García, 2003) y *Popillia japonica* Newman, 1841 (Switzer *et al.* 2004).

En lo referente a especies distribuidas en México, se ha estudiado el comportamiento precopulatorio de *Phyllophaga ravidia* Blanchard, 1850, *Phyllophaga macrocera* Bates, 1888 y *P. vetula* (Romero-López *et al.* 2007), así como de *Phyllophaga obsoleta* Blanchard, 1850 (Romero-López y Arzuffi 2010) (Figura 1), *Phyllophaga opaca* Moser, 1918 y *Phyllophaga crinita* Arrow, 1933 (Romero-López *et al.* 2016a). En la actualidad, se cuenta ya con la descripción del comportamiento precopulatorio de *Macrodactylus mexicanus* Burmeister, 1845 (Benítez-Herrera *et al.* 2015) y se realizan observaciones sobre el comportamiento de hembras y machos de *Macrodactylus nigripes* Bates, 1887 (Romero-López *et al.* datos no publicados), así como de *Cyclocephala lunulata* Burmeister, 1847 (Benítez-Herrera *et al.* datos no publicados). A partir de esta información, es posible abordar a cada uno de los elementos de la CQS.

### 2.2. “Emisor” - CQS

#### 2.2.1. Epitelio glandular especializado en la secreción de atrayentes

Las hembras de este grupo de escarabajos cuentan con sitios de producción de atrayentes o feromonas sexuales conformados por una línea de células epiteliales ubicadas debajo de la cutícula, en la superficie de la placa anal y en los esternitos apicales; el atrayente es emitido al exterior a través de canales cuticulares (Tada y Leal 1997).

Este tipo de sitio productor es característico de especies del género *Anomala*. En cambio, en otras especies, la morfología del sitio de producción es más diverso. Las hembras de *Heptophylla picea* Motschulsky, 1857, presentan una “glándula feromonal” parecida a la de los integrantes de *Anomala* (Tada y Leal 1997) y las hembras de *Rhizotrogus aequinoctialis* Herbst, 1871, muestran una estructura en forma de “bolsa” de color “lechoso” al final del abdomen (Leal 1998).

En el caso de *H. parallela* y *P. obsoleta*, las hembras presentan un “llamado sexual” particular en el cual exponen en su ápice abdominal una estructura parecida a un saco. Este saco o “bolsa” es la cámara genital protráctil que forma parte del aparato reproductor de las hembras (Romero-López *et al.* 2009), dentro de la cual se sugiere que se producen los infoquímicos (Leal *et al.* 1993). Se sabe de la existencia de un epitelio especializado con potencial secretor de atrayentes sexuales en la sección posterior de la cámara genital de hembras de *H. parallela* (Kim y Leal 1999). Esto mismo se ha descrito para hembras de las especies mexicanas *P. opaca* (Romero-López *et al.* 2010a) (Figura 2), *P. obsoleta* (Romero-López *et al.* 2011) y *M. mexicanus* (Benítez-Herrera *et al.* 2015), adicionándose la participación de las glándulas accesorias tipo I y tipo II en los tres casos; dichas glándulas están conectadas a la cámara genital de las hembras.

A la fecha continúan estudiándose morfológicamente las cámaras genitales y glándulas accesorias de hembras de *M. nigripes* y *P. ravidia* (Romero-López *et al.*, datos no publicados), en la búsqueda de este tipo de sitios de producción.

#### 2.2.2. Participación de microorganismos

La otra variante de la producción de atrayentes sexuales en los melolontidos es la presencia de microorganismos dentro de estructuras específicas del aparato reproductor de las hembras. En la naturaleza existen interacciones estrechas entre individuos de diferentes especies, las cuales puedan afectarse entre sí o beneficiarse con la interacción; a esto se le conoce como simbiosis (Rodríguez y Redman 2008). La simbiosis puede ser clasificada como endosimbiosis cuando uno de los que intervienen en la interacción habita dentro del otro. Esto se puede encontrar en las interacciones de bacterias con invertebrados, en donde se han obtenido evidencias de que éstas producen sustancias químicas (Dickschat *et al.* 2005). En los melolontidos, este tipo de interacción ecológica sólo ha

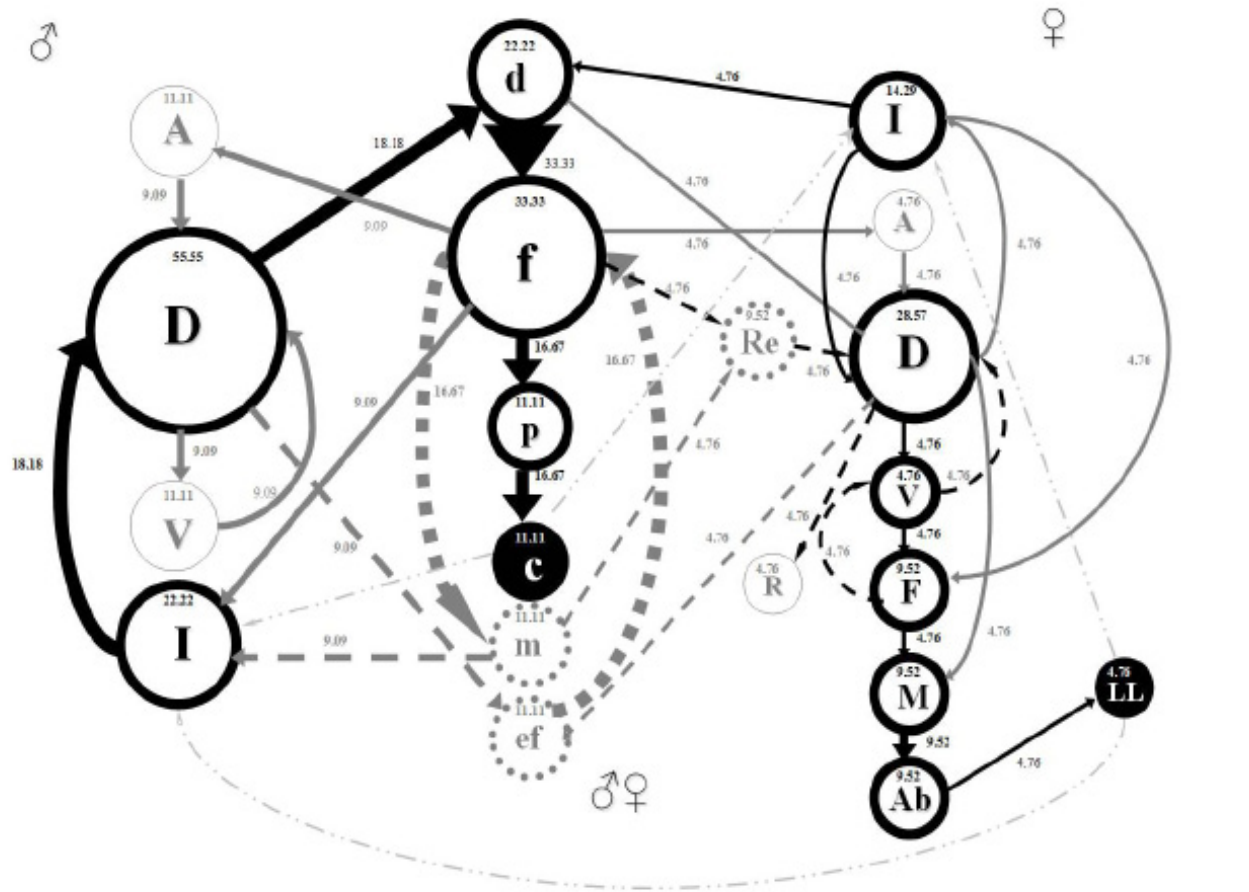
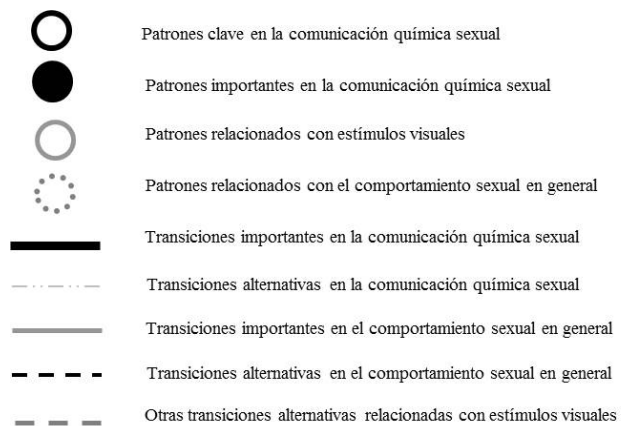


Figura 1. Etograma del comportamiento precopulatorio de *Phyllophaga obsoleta*, como resultado de sesiones de observación, en el cual se representan los patrones principales relacionados con su comunicación química sexual. Los círculos representan la frecuencia con que cada patrón se repitió y el tamaño de los mismos indica qué tantas veces se presentó ese mismo patrón a lo largo de los registros. Las flechas representan las transiciones de un patrón a otro y el grosor de las mismas indica la frecuencia con que se presentaron dichas transiciones. Las frecuencias relativas de cada patrón y de las transiciones fueron representadas como porcentajes (números marcados dentro de los círculos o junto a las flechas). Modificado de Romero-López *et al.* (2003).



sido documentada para hembras de *C. zealandica*; en el interior de las glándulas accesorias de las hembras de esta especie presentan bacterias endosimbióticas que, según los autores, producen fenol; este compuesto químico ha sido considerado como la feromona sexual de esta especie (Hoyt *et al.* 1971). A partir de dicho antecedente, el interés resurgió para continuar con esta línea de investigación para especies distribuidas en México. En el contexto, en años recientes se han obtenido resultados alentadores para integrantes de los géneros *Phyllophaga*, *Macroductylus*, *Cyclocephala* y *Paranomala*. En el caso de *Phyllophaga*, los estudios se han centrado en tres especies (*P. ravid*a,

*P. macrocera* y *P. obsoleta*), contándose con un avance consistente en hembras de *P. ravid*a. Para éstas se han encontrado dos tipos de bacterias en el interior de la cámara genital, que al ser cultivadas *in vitro* se distinguen por las siguientes características: 1) colonia de color amarillo con un diámetro de 3 a 4 mm, lisa, ondulada, de forma irregular umbonada, con olor pronunciado y 2) colonia de menor tamaño, con un diámetro de 1 a 2 mm, presentando un color blanco, transparente, liso, con un olor pronunciado también (Romero-López *et al.* 2016b). Para *Macroductylus*, se han obtenido resultados desde los enfoques morfológico y microbiológico con hembras de *M. nigripes*, observándose



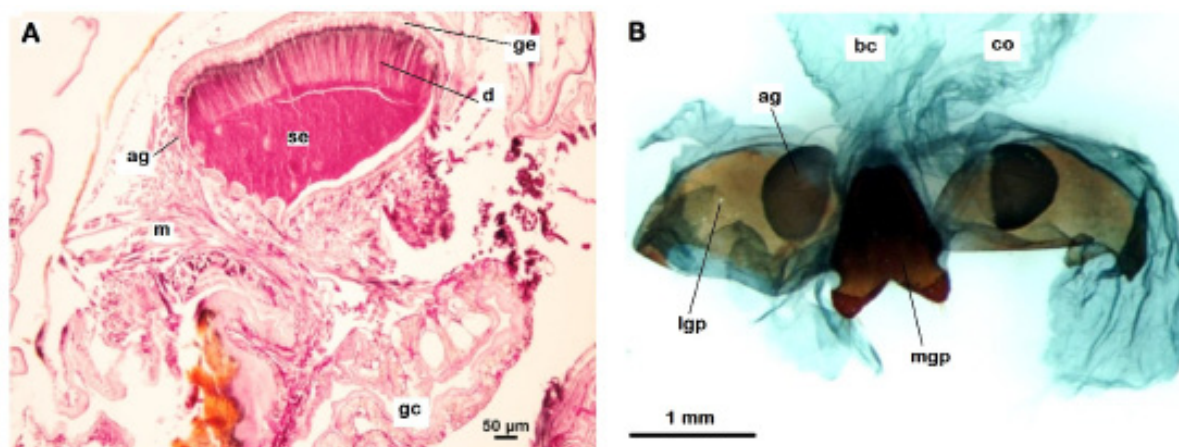


Figura 2. Microfotografías del aparato reproductor de la hembra de *Phyllophaga opaca*, con énfasis en los posibles sitios productores de atrayentes sexuales. A, cámara genital extendida (tratamiento con negro de clorazol e hidróxido de potasio). B, corte histológico de la glándula accesoria tipo I y de la cámara genital con tinción de Feulgen-green. ag= glándula accesoria tipo I; bc= bursa copulatrix; co= oviducto común; gc= cámara genital; ge= células glandulares epidermales; d= conductos de las células glandulares epidermales; lgp= placas genitales laterales; m= músculos; mlgp= placas genitales medias; se= secreciones. Tomado de Romero-López *et al.* (2010a).

un solo tipo de bacterias dentro de la cámara genital. Las bacterias en esta especie presentan características únicas y distintas en comparación a las obtenidas en el tracto digestivo como color y tamaño: 1 mm de diámetro de la colonia, borde liso con forma circular y un margen entero, con una elevación convexa, superficie lisa, aspecto húmedo con una consistencia cremosa y translúcida, con una reflexión de la luz brillante. Otra de las características para destacar es el olor característico, pronunciado y penetrante que logra percibirse en la colonia bacteriana (Romero-López *et al.* 2016b). Al momento se está a la espera de resultados concluyentes para *C. lunulata* y *Paranomala inconstans* Burmeister, 1847 y quedan pendientes los estudios bioquímicos, metabólicos y moleculares para todas las especies mencionadas que permitan la identificación taxonómica de las bacterias encontradas. Asimismo, se requiere de los bioensayos de confirmación de actividad biológica para validar la atracción de los compuestos liberados por estos microorganismos.

### 2.3. “Mensaje químico” - CQS

La composición de los atrayentes y/o feromonas sexuales de las diferentes especies de melolontidos estudiadas a la fecha, presenta una gran diversidad química, desde infoquímicos constituidos por derivados de ácidos grasos, alcaloides (Leal *et al.* 1997), derivados de aminoácidos y compuestos terpénicos (Leal 1998, 2001), hasta derivados de azufre (Robbins *et al.* 2003) y fenólicos (Zarbin *et al.* 2007, Romero-López y Arzuffi 2010). En algunos casos, no ha sido posible completar el proceso de identificación de alguna sustancia atrayente, es decir, se ha obtenido el perfil químico por cromatografía de gases y espectrometría de masas (CG-EM), pero no se ha cumplido con el proceso completo de confirmación biológica a través de bioensayos en olfatómetro, túnel de viento, electroantenografía (EAG) o pruebas en campo (Leal 1998). En este caso, la sustancia

se denomina atrayente sexual y así debería manejarse hasta que se concluya con la efectividad biológica de cada uno de los compuestos extraídos e identificados (Romero-López *et al.* 2005a).

En la última década, aunque no se ha logrado validar y obtener la patente de algún atrayente o feromona sexual de especies distribuidas en México, se cuenta ya con un perfil de compuestos con potencial químico-ecológico. Para *P. obsoleta* se han logrado identificar derivados cuticulares basados principalmente de hidrocarburos alifáticos, derivados de ácidos grasos (Romero-López *et al.* 2005b) y derivados fenólicos, como el butilhidroxianisol (Romero-López y Arzuffi 2010). Este compuesto ya ha sido probado en bioensayos de laboratorio (olfatómetro) y campo, restando sólo su validación con pruebas de EAG.

Se ha obtenido también el perfil químico de otras especies de *Phyllophaga*, como *P. ravidia* y *P. opaca*. Para la primera, se han extraído e identificado ocho compuestos químicos: ciclohexano, 1,1' (2 tridecil 1,3 propanedil) bis-; 10 metil eicosano; 5 butil hexadecano; 3 hexen 2 ona; 3,3 dietil 2,4 azetidinadiona; 3 metileno 2 pentanona; 2 metoxi 2 metil butano y tetrametil oxirano (Cuadro 1). En el caso de *P. opaca*, se han obtenido siete compuestos: colestadienol-4,6,3 (3á); colesterol; colestadieno-3,5; 2-metil heptadecano; dl-á-tocoferol succinato; 9,19-ciclolanostenol-24,3, acetate y lupenol -20 (29), 3 acetato (3á) (Romero-López *et al.* datos no publicados). Con respecto al género *Macroductylus*, se cuenta ya con un avance del 90% en la identificación del perfil químico de *M. mexicanus* y *M. nigripes*, encontrándose derivados de hidrocarburos y de ácidos grasos, además de algunas cetonas y alcoholes (Romero-López *et al.* datos no publicados).

Es probable que estos compuestos formen parte de los atrayentes sexuales de dichas especies, a partir del cual podría obtenerse un producto biótico que además

de ser fundamental en la CQS de cada una (con los correspondientes aportes desde el enfoque taxonómico-filogenético-evolutivo), ofrezca alternativas para una estrategia de manejo de plagas agrícolas.

2.4. “Receptor” - CQS

2.4.1. Morfología y distribución lamelar

La mayoría de las estructuras sensoriales que captan los atrayentes y/o feromonas sexuales se localizan en las antenas de los melolontidos, en particular en las sensilas ubicadas en sus lamelas (Morón 1986). Estas sensilas o receptores están funcionalmente adaptadas para responder a los estímulos químicos suspendidos en el aire (Visser 1986). Los machos de estos coleópteros presentan una alta sensibilidad a estas sustancias químicas incluso en bajas concentraciones gracias a sistemas sensoriales muy sensibles y específicos, que se encuentran en sus antenas (Maibéche-Coisne *et al.* 2004). Los atrayentes sexuales

liberados por las hembras son captados en las quimiosensilas o quimiorreceptores localizados en ambos lados de la lamela antenal de los machos (Romero-López y Morón 2013). La mayoría de estos receptores antenales pueden ser observados como modificaciones cuticulares de tres tipos: láminas con poros huecos, láminas con poros sobre cavidades y estructuras en forma de filamentos (Meinecke 1975). No obstante, en estudios recientes se ha ido afinando la identificación con base en la morfología cuticular externa de éstos. Ochieng *et al.* (2002), Romero-López *et al.* (2004, 2010b, 2013) y Romero-López y Benítez-Herrera (2014), han propuesto una clasificación en la que pueden identificarse hasta seis tipos de quimiorreceptores en diferentes especies de *Phyllophaga* y de la subfamilia Hopliinae: tricoideos, quéticos, basicónicos, celocónicos, auricílicos y placoideos, siendo los cuatro últimos los principales involucrados en la recepción de infoquímicos y en particular, los auricílicos (AUS) y placoideos

Cuadro 1. Compuestos extraídos con hexano de la cámara genital protráctil de hembras de *Phyllophaga ravida* e identificación por cromatografía de gases y espectrometría de masas.

COMPUESTO	FQC	PM	CAS	RT
ciclohexano, 1,1' (2 tridecil 1,3 propanedil) bis-	C <sub>28</sub> H <sub>54</sub>	390.7284	55255-74-8	45.15
10 metil eicosano	C <sub>21</sub> H <sub>44</sub>	296.5741	54833-23-7	43.85
5 butil hexadecano	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>	282.5475	6912-07-8	43.51
3 hexen 2 ona	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O	98.1430	4376-23-2	6.48
3,3 diethyl 2,4 azetidinediona	C <sub>7</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub>	141.1677	42282-85-9	6.40
3 metil 2 pentanona	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	100.1589	565-61-7	4.70
2 metoxi 2 metil butano	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O	102.1748	994-05-8	4.42
tetrametil oxirano	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	100.1589	5076-20-0	3.38

Datos tomados de la base NIST. FQC= formula química condensada; PM= peso molecular; CAS= Número CAS (Chemical Abstract Services number , por sus siglas en inglés); TR= tiempo de retención (min). n=12.

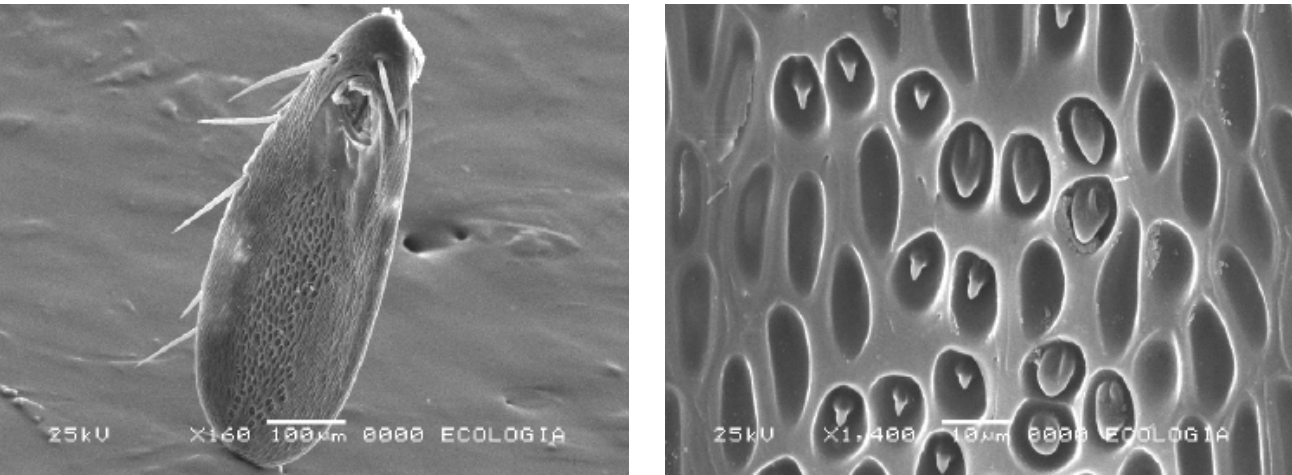


Figura 3. Sensilas antenales de *Macrodactylus mexicanus*. A. Vista frontal de la lamela media de un macho. B. Microfotografía con un acercamiento de la lamela media mencionada previamente, mostrando algunos tipos de sensilas o quimiorreceptores.

(PLAS), protagonistas destacados en la CQS. Diversos autores como Hansson *et al.* (1999), Larsson *et al.* (1999) y Kim y Leal (2000) han documentado que el inicio del procesamiento olfativo para la recepción de atrayentes y feromonas sexuales es muy probable que se presente en los quimiorreceptores PLAS. Estos receptores son los más abundantes y con una distribución más homogénea en la superficie interna de las lamelas de meloléntidos (Larsson *et al.* 1999, Romero-López *et al.* 2004).

Se han identificado diferentes tipos de quimiorreceptores antenales relacionados con la CQS de las diferentes especies estudiadas, en específico los PLAS y AUS en hembras y machos de *Phyllopertha diversa* Waterhouse, 1857 (Hansson *et al.* 1999), *Anomala cuprea* Hope, 1839 (Leal y Mochizuki 1993), *Po. japonica* (Kim y Leal 2000) y *Phyllophaga anxia* LeConte, 1850 (Ochieng *et al.* 2002). En meloléntidos mexicanos, existen registros sobre la morfología, número y distribución de todos los quimiorreceptores para las antenas de ambos sexos de *P. obsoleta* (Romero-López *et al.* 2004), *M. mexicanus* (Figura 3) y *M. nigripes* (Romero-López *et al.* datos no publicados). Información exclusiva para la morfometría de las antenas, lamelas y de estos quimiorreceptores se ha recopilado para *P. ravidia* (Romero-López *et al.* 2010b), *P. opaca* (Romero-López y Morón 2013), *P. macrocera* (Romero-López y Benítez-Herrera 2014) y diversas especies de la tribu Hopliinae (Romero-López *et al.* 2013).

#### 2.4.2. Electrofisiología y EAG

Las técnicas electrofisiológicas permiten estudiar la relevancia que tiene para los insectos la detección olfativa de infoquímicos. La mayor parte de las referencias sobre la aplicación de estas técnicas están relacionadas con lepidópteros, ya que han sido aplicadas principalmente al estudio de feromonas sexuales (Wadhams 1992). En los coleópteros, los estudios se refieren principalmente a feromonas de agregación y kairomonas (Sánchez-Orsorio *et al.* 2007). Todo lo anterior se enfoca en las respuestas electrofisiológicas de las antenas y en casos aislados, de los quimiorreceptores. Los estudios de electrofisiología enfocados a la identificación de volátiles de plantas en meloléntidos (y en la mayoría de los insectos), se basa en la inserción de electrodos en dos zonas específicas del cuerpo de éstos: uno en la región abdominal (“tierra”) y otro en una región del sistema nervioso, ya sea alguno de los lóbulos olfativos o una célula individual de algún quimiorreceptor. En el caso de la EAG, se trata de una de las técnicas electrofisiológicas más empleadas en el área de Ecología química; permite medir las respuestas de las células receptoras de las antenas de un insecto (en el caso de la CQS, principalmente de los machos) a compuestos biológicamente activos (Roelofs 1979). El método EAG permite discriminar entre las sustancias químicas irrelevantes de los infoquímicos que son potencialmente activos para determinada especie de insecto.

Para meloléntidos, se cuenta con algunos reportes sobre EAG enfocada a la identificación de atrayentes y feromonas sexuales, de entre los cuales destacan los correspondientes a *Po. japonica* (Adler y Jacobson 1971), *A. cuprea* (Leal *et al.* 1992), *A. orientalis* (Zhang *et al.* 1994), *Anomala octiescostata* Burmeister, 1844 (Leal *et al.* 1994), *M. matrida* (Yarden *et al.* 1996), *Ph. diversa* (Hansson *et al.* 1999), *H. parallela* (Leal *et al.* 1993) y *P. anxia* (Zhang *et al.* 1997, Ochieng *et al.* 2002). En la mayoría de los casos, las respuestas se dirigen hacia derivados de aminoácidos como L-isoleucina y L-valina.

Para especies distribuidas en México, se cuenta con resultados sobre EAG, midiéndose la respuesta de machos de *P. obsoleta*, *M. nigripes* y *C. lunulata* hacia extractos de la cámara genital de las hembras correspondientes (Romero-López *et al.* datos no publicados), aunque aún no se han probado compuestos sintéticos en forma individual. Por otro lado, en el sentido estricto, ya existen reportes sobre estudios electrofisiológicos para machos de *M. nigripes* durante la búsqueda de infoquímicos exclusivos para la actividad sexual de esta especie, probándose extractos de la cámara genital de hembras en machos (región abdominal y olfativa). Esto en el contexto de estudios anatómicos en los cuales se han identificado las estructuras en las cuales se detonan las respuestas olfativas en los machos de esta especie, conocidas como “cuerpos de seta” (Martínez-Bonilla *et al.* 2014).

#### 3. Comunicación química alimentaria de los meloléntidos

Los “volátiles de plantas” son infoquímicos basados en mezclas complejas de una amplia variedad de compuestos orgánicos, las cuales presentan funciones ecológicas importantes para las plantas: atracción de polinizadores, apoyo en diseminación de semillas y resistencia al ataque de depredadores y patógenos. Asimismo, median una serie de interacciones entre organismos de diferentes niveles tróficos, incluyendo insectos fitófagos y sus parasitoides y depredadores (Agelopolus *et al.* 1999). Los insectos, por su parte, se han adaptado para alimentarse de los órganos de las plantas en el suelo en su fase larvaria y del follaje foliar como adultos (Blossey y Hunt-Joshi 2003). En general, usan los volátiles de plantas para encontrar su alimento, pareja o evitar depredadores. Los insectos que viven en ambientes sobre el suelo poseen varios órganos olfativos y visuales, los cuales les sirven para localizar su alimento antes de llegar a contactarlo, orientándose hacia los hospederos (Méndez-Aguilar *et al.* 2008).

La comunicación química alimentaria (CQA) en los meloléntidos se basa en las interacciones entre larvas o adultos con partes aéreas o raíces de sus plantas hospederas, en este caso, con fines de alimentación, en las cuales están involucrados infoquímicos. Aquí también el esquema de CQA se basa en los tres elementos fundamentales: “emisor”, “mensaje químico” y “receptor”.



### 3.1. Comportamiento alimentario

Para intentar elucidar el esquema de CQA de cualquier insecto, al igual que con el de CQS, se requiere de obtener información no sólo de cada uno de los componentes de comunicación, sino de todo el esquema en conjunto. Para interacciones melolontido-planta hospedera, existen varios trabajos que enlistan las especies vegetales que fungen como alimento, refugio y sitios de oviposición de estos insectos (Morón *et al.* 1997, Aragón *et al.* 2010). No obstante, estas mismas interacciones desde un contexto químico-ecológico han sido citadas de forma poco constante, encontrándose menciones en la están incluidos los melolontidos tanto en su estadio adulto como en su etapa larvaria. Está suficientemente estudiado el comportamiento de los adultos en función de los compuestos químicos que liberan las plantas y que provocan la atracción de éstos. Entre los reportes destacados en este sentido están los correspondientes a *Po. japonica* (Loughrin *et al.* 1995, Heath *et al.* 2001) *Ma. matrida* (Harari *et al.* 1994), *Hoplia communis* Waterhouse, 1875 (Imai *et al.* 1998), *Macroductylus subspinosus* F., 1775 (Heath *et al.* 2001), *Melolontha hippocastani* F., 1801 (Ruther *et al.* 2000) y *Melolontha melolontha* L., 1758 (Reinecke *et al.* 2002). Para larvas, destacan las interacciones entre *C. zealandica* (Osborne y Boyd 1974) y *Me. hippocastani* (Weissteiner y Schütz 2006, 2012).

Para melolontidos distribuidos en México, son escasos los reportes específicos en cuestiones de comportamiento alimentario mediado por infoquímicos. Se cuenta con evidencias de la relación entre adultos de *P. obsoleta* y *P. ravidia* con árboles de “encino” (*Quercus* sp., Fagaceae), encontrándose que existen infoquímicos involucrados en el acercamiento de éstos a las hojas de estos árboles, para morderlas y aparentemente, alimentarse de ellas (Romero-López *et al.* datos no publicados). Otros registros de este tipo corresponden a adultos de *M. mexicanus* y *M. nigripes*, para los cuales se han efectuado algunas pruebas químico-ecológicas que indican una tendencia a que los infoquímicos liberados por sus plantas hospederas, como el “castaño” (*Aesculus* sp., Sapindaceae), el “pino de navidad” (*Pseudotsuga macrolepis*, Pinaceae), el maíz (*Zea mays*, Poaceae) y el “azumiate” (*Barkleyanthus salicifolius*, Asteraceae), son los que provocan su acercamiento para morder sus hojas y alimentarse aparentemente de ellas (Nieves-Silva y Romero-López 2016, Romero-López *et al.* datos no publicados; ). En el caso de registros para larvas, se cuenta con aquellos en los que se describen las respuestas olfativas de individuos de *P. ravidia* y *Phyllophaga tumulosa* Bates, 1888 hacia volátiles liberados por las raíces de diferentes plantas como maíz (*Zea mays*, Poaceae) y frijol (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae) (Méndez-Aguilar *et al.* 2008). Actualmente se efectúan bioensayos en olfatómetro para evaluar la preferencia de larvas de *M. nigripes* hacia raíces de maíz y “azumiate” (Nieves-Silva y Romero-López 2016).

En todos estos trabajos, el eje rector es la observación

de las respuestas de los adultos de estas especies hacia las hojas o raíces de sus plantas hospederas o hacia los compuestos químicos extraídos de estas últimas.

### 3.2. “Emisor” - CQA

Los volátiles de plantas juegan un papel importante en las interacciones de los melolontidos, los cuales son emitidos por las especies vegetales que sirven de alimento o refugio para alguna fase de desarrollo del insecto. Los infoquímicos son producidos en muchos tejidos vegetales diferentes y mediante diversos procesos fisiológicos. En algunas plantas, éstos son acumulados en órganos especializados en hojas y tallos y pueden ser desprendidos como deterrentes contra patógenos y fitófagos (Pichersky y Gershenzon 2002). Los volátiles de plantas son producidos principalmente en las flores, pero también se encuentran en los frutos, tallos, hojas y raíz. Las emisiones resultan de la difusión de los volátiles a través de un gradiente de presión de vapor, desde los compartimentos celulares, donde hay relativamente altas concentraciones, al aire que rodea la hoja donde la concentración es relativamente baja (Peñuelas y Llusà 2003). Las tasas de emisión de volátiles de plantas están influenciadas en mayor o menor grado por una gran cantidad de factores que pueden alterar ya sea la síntesis, la presión de vapor o su difusión a la atmósfera. Estos son clasificados en dos grupos principales: genéticos-bioquímicos y externos, subdividido a su vez en bióticos y abióticos. Los del primer grupo determinan la producción y emisión de volátiles porque regulan los niveles de enzima responsable del paso final en la biosíntesis y la disponibilidad del sustrato en la célula y hacen que las emisiones sean altamente específicas y regidas por el desarrollo de la planta; generalmente es en los estadios tempranos cuando hay más emisión (Dudareva *et al.* 2004, Marín-Loaiza y Céspedes 2007). Se conoce poco acerca del sitio de síntesis, pero se propone que se lleva a cabo en el citosol o en los peroxisomas (Marín-Loaiza y Céspedes 2007). No obstante, han surgido estudios que sugieren que los tricomas (Wagner 1991, Glas *et al.* 2012) y los estomas (Effmert *et al.* 2005) son las principales estructuras en las cuales se producen los volátiles de plantas.

Para hospederas vegetales de melolontidos no existe estudio alguno que se haya enfocado en el “productor” de infoquímicos. Parte de los objetivos en los próximos años es abordar este tema para especies de plantas hospederas mexicanas, específicamente en lo que a la localización de tricomas y estomas con epitelios glandulares se refiere.

### 3.3. “Mensaje químico” - CQA

Los “volátiles de plantas” son infoquímicos basados en mezclas complejas de una amplia variedad de compuestos orgánicos, que incluyen hidrocarburos saturados e insaturados, ácidos orgánicos, ésteres, aldehídos, cetonas, aminas, óxidos y compuestos sulfúricos; todos ellos se forman a partir de diversas rutas bioquímicas (Visser y De Jong 1988, Vaughn 2001). De los diversos estudios que se

han efectuado para extraer e identificar los volátiles de las plantas hospederas de melolontidos (ver sección 3.1.), los más representativos son los relacionados con *Po. japonica*. La mayor parte de las pruebas de confirmación biológica se han realizado tomando como base “cebos” elaborados con una mezcla de volátiles de plantas hospederas de esta especie. Entre los principales componentes químicos están el fenetil propionato, el eugenol y el geraniol (Ladd y MacGovern 1980), a los cuales se han ido adicionando otros como el (Z)-3-hexen-1-ol (obtenido de especies de *Quercus*, hospederos de adultos del género *Melolontha*) (Reinecke *et al.* 2006), ácido hexanoico, ácido valérico y octil butirato en proporción 1:1:1 para adultos del género *Macrodactylus* (Arredondo-Bernal *et al.* 1995, Williams *et al.* 1993, 2000), entre los más importantes. Todo esto, considerando los volátiles de especies vegetales sin dañar, liberados de forma natural. Cuando se ha probado la extracción de volátiles a partir de hojas de *Fallopia sachalinensis* (Polygonaceae) infestadas por adultos de *Po. japonica*, se han identificado los compuestos phenilacetoniitrilo, (E)- $\beta$ -ocimeno, linalool, (E)-4,8-dimetil-1,3,7-nonatrieno y (E,E)- $\alpha$ -farneseno. Para larvas, se han logrado identificar algunos compuestos como el  $\beta$ -pineno en raíces de zanahoria (*Dacus carota*, Apiaceae), preferido por inmaduros de *C. zealandica* (Osborne y Boyd 1974) y el anisol en raíces de *Quercus petraea* (Apiaceae) y *Quercus robur* (Apiaceae), preferido por inmaduros de *M. hippocastani* (Weissteiner *et al.* 2012).

En el caso de interacciones melolontido-planta hospedera con especies distribuidas en México, se han iniciado extracciones e identificaciones por CG-EM para conocer el perfil químico de hojas de maíz y “azumiate”.

### 3.4. “Receptor” - CQA

#### 3.4.1. Morfología y distribución lamelar

De manera general, existen evidencias de que los quimiorreceptores basicónicos (BAS) y celocónicos (COS) son los principales involucrados en la recepción de kairomonas y otros infoquímicos liberados por las plantas hospederas de los melolontidos *Po. japonica*, *A. cuprea* y *P. anxia*, entre los más destacados en este rubro (Kim y Leal 2000, Larsson *et al.* 2001, Ochieng *et al.* 2002).

Para especies distribuidas en México, se cuenta con datos sobre la morfología externa de los diferentes tipos de BAQS y COS en ambas caras de cada una de las lamelas de hembras y machos de *P. obsoleta* (Romero-López *et al.* 2004), *P. ravidia* (Romero-López *et al.* 2010b), *P. opaca* (Romero-López y Morón 2013) y *P. macrocera* (Romero-López y Benítez-Herrera 2014), así como de *M. mexicanus* y *M. nigripes* (Martínez-Bonilla *et al.* 2015). En aquello relacionado con número y distribución de estos quimiorreceptores relacionados con los volátiles de plantas, la información se restringe a adultos de *P. obsoleta* (Romero-López *et al.* 2004) y se encuentra bajo análisis para hembras y machos de *Phyllophaga cristagalli* (Arrow), *P. opaca*, *P. macrocera*, *M. mexicanus* y *M. nigripes*.

#### 3.4.2. Electrofisiología y EAG

Para melolontidos, pueden encontrarse estudios electrofisiológicos enfocados a probar la actividad biológica de infoquímicos relacionados con su CQA. Este es el caso de los registros para *A. cuprea*, donde el (Z)-3-hexenil acetato y el fenetil propionato resultaron los compuestos más atractivos para machos de esta especie, ubicándose las respuestas en las “áreas heterogéneas” de las lamelas (Larsson *et al.* 2001), las cuales corresponderían a los BAS y COS. También existen reportes de este tipo para adultos de *Ph. diversa*, respondiendo a los volátiles de plantas (Z)-3-hexenil acetato, (E)-2-hexenal y (Z)-3-hexenol (Hansson *et al.* 1999).

En el caso de pruebas por EAG para volátiles de plantas, destaca el trabajo de Yarden *et al.* (1996), en el cual se probó que el compuesto biciclohexil es biológicamente activo para adultos de *M. matrida*; el de Subaharan *et al.* (2013), en el que se registró que los compuestos etil acetato y propil acetato provocan la mayor respuesta en adultos de *Holotrichia serrata* (F.) y el correspondiente a larvas de *M. melolontha* (a la fecha, el único trabajo reportado para estadios inmaduros en el que se han efectuado pruebas con antenas y palpos), en donde se observó que entre varios compuestos derivados del alcohol, aldehídos y cetonas, el etanol fue el que provocó las respuestas significativas (Eilers *et al.* 2012).

Para especies distribuidas en México, no existen a la fecha estudios electrofisiológicos ni de EAG. No obstante, ya se han iniciado algunos registros con volátiles de “azumiate” para adultos de *M. nigripes*, así como con volátiles de encino para adultos de *P. ravidia*. También se espera comenzar con registros de este tipo para las etapas larvarias de varias especies de los géneros con los cuales se ha trabajado tradicionalmente.

### 4. CQS y CQA: conclusiones y perspectivas

En el año 2005, el autor del presente ensayo inició formalmente su carrera en la Ecología química. Aunque estrictamente el primer manuscrito sobre el tema fue publicado dos años antes, no fue sino hasta hace una década que se adquirió conciencia de la importancia de esta área de estudio en el ámbito de la investigación en México. Gran parte de estos diez años de trabajo se han centrado en el generar información sobre la CQS de algunas especies distribuidas en México, como ya se ha descrito. Gracias a ello, en la actualidad ya puede pensarse seriamente en un enfoque aplicado de esta área de estudio, principalmente en aspectos agroecológicos y sistemáticos del grupo Melolonthidae.

En la cuestión agroecológica, a pesar de algunos intentos por disminuir los daños provocados por las especies de melolontidos consideradas “plagas”, ya sea con agroquímicos (sin validaciones que permitan la recomendación confiable de algún producto, a la fecha), microorganismos (Vargas y Abarca 1998, Ibañez *et al.* 2015) o extractos vegetales (Salamanca *et al.* 2001, Aragón

*et al.* 2002), no se han obtenido resultados consistentes. De ahí que se haya optado por explorar otras opciones acordes con el ambiente natural y desde hace algunos años, el uso de atrayentes y/o feromonas sexuales ha resurgido como una alternativa viable (Leal 1998, Robbins *et al.* 2006). El objetivo de utilizar estas sustancias es el de atraer a uno de los sexos (en este caso, a los machos) a trampas diseñadas para efectos de detección y monitoreo de poblaciones, así como para la alteración de su apareamiento (Romero-López 2012). El panorama es alentador si se toman como referencia los trabajos con trampas cebadas con atrayentes o feromonas sexuales, desde los pruebas pioneras con *C. zealandica* (Henzell 1970) y *Po. japonica* (Klostermeyer 1985) hasta pruebas más recientes con feromonas de especies de los géneros *Anomala*, *Melolontha* y *Phyllophaga* (Leal 1998, Ruther *et al.* 2002, Robbins *et al.* 2006). Con la propuesta del esquema de CQS, el establecimiento de un programa de manejo basado en atrayentes y/o feromonas sexuales de los melolontidos mexicanos no sólo depende de la extracción e identificación del infoquímico involucrado (considerando ahora lo que podrían producir las bacterias endosimbióticas), sino también del significado del conjunto “emisor”, “receptor” y comportamiento precopulatorio de cada una de las especies. Entre más se conozca de todo el esquema, más posibilidades de éxito se tendrán al momento de instaurar un sistema de trapeo con atrayentes y feromonas.

Desde el punto de vista sistemático, se han obtenido evidencias que permiten complementar la información sobre la clasificación tradicional basada en caracteres morfológicos de los melolontidos y sobre la biodiversidad del grupo. Por un lado, al conocer la estructura química de sus atrayentes y/o feromonas sexuales, pueden encontrarse consistencias en su composición química, lo que ha permitido agruparlos en taxa diferentes, ya sea porque prevalecen los derivados de ácidos grasos y algunos alcaloides o porque predominan los derivados de aminoácidos y fenoles, según sea el caso (Leal 1998, Zarbin *et al.* 2007). De igual forma, al comparar los diferentes sitios productores de las sustancias atrayentes se sabe que algunas hembras las producen en células epiteliales asociadas a la cutícula (Tada y Leal 1997) y otras en un epitelio glandular especializado (Kim y Leal 1999) o por la actividad de microorganismos simbióticos (Hoyt *et al.* 1971). Al analizar cada variante de producción-liberación, la variante ‘epitelial cuticular’ es característica de los integrantes de la subfamilia Rutelinae y las otras dos son propias de los Melolonthinae, lo cual también coincide con la clasificación tradicional. La excepción a la regla es *Heptophylla picea* Motschulsky, 1857, especie ubicada originalmente en la subfamilia Melolonthinae pero que produce su feromona sexual como un rutelino (Tada y Leal 1997); con esta situación iniciaron los cuestionamientos hacia la forma original de clasificar y surgió la propuesta de considerar los aspectos de CQS. También el hecho de que los machos sean los receptores de los atrayentes y

feromonas sexuales (Morón 1986, Leal 1998, Romero-López *et al.* 2005a) y que esto coincida con un mayor número y diversidad de quimiorreceptores con respecto a las lamelas de hembras, permite pensar que este carácter morfológico podría brindar información importante desde el punto de vista taxonómico, como han propuesto Ahrens y Vogler (2008) para melolontidos de distintas regiones del mundo. De igual forma, Morón (1986) y Romero-López *et al.* (2004, 2010b) han sentado las bases para incorporar este enfoque en el estudio de especies mexicanas. Esta idea ha sido retomada con otras especies, como algunos integrantes de hoplinos (Carrillo-Ruiz y Morón 2006, Romero-López *et al.* 2013), con una mayor profundidad en cuestiones filogenéticas, a la par de otros caracteres morfológicos. Es probable que al conocer aquellos aspectos de la producción y liberación de las feromonas sexuales, los sitios de recepción de éstas, así como los principales patrones de comportamiento precopulatorio, se adquieran más y mejores herramientas que aclaren las dudas que aún surgen al tratar de clasificar a los melolontidos e incluso, sobre aspectos evolutivos del grupo.

En torno a la CQA, a pesar de la gran cantidad de literatura relacionada con los melolontidos de otras latitudes y sus plantas hospedadoras, sobre todo con el objetivo de elaborar “trampas multiespecíficas” con mezclas de feromonas sexuales con volátiles de plantas (Ruther *et al.* 2002, Romero-López 2012), para especies mexicanas se han dado “los primeros pasos”, desde una perspectiva integral. Esto es, que la identificación del “mensaje químico” en las plantas no es el objetivo principal; al igual que con la CQS, el estudio del esquema de CQA pretende obtener información conjunta de la interacción melolontido-planta, del “emisor” y del “receptor”. Se plantea que a partir de esta visión, puedan atenderse vacíos de información taxonómica, filogenética y agroecológica de melolontidos endémicos de México, a mediano plazo.

A manera de comentario final, habrá que señalar que una década de estudios en esta línea de investigación han sido suficientes para el establecimiento de un esquema de trabajo sistematizado, ordenado y consistente. Esto ha sentado las bases para que en los últimos 2 años se haya logrado un avance significativo en la obtención de información sobre cada componente de la CQS y CQA, para un mayor número de especies. El panorama es alentador para los próximos años, ya que se está en una etapa interesante de formación de recursos humanos capacitados, sensibilizados y convencidos de dar continuidad a esta metodología de trabajo, además de que se cuenta ya con resultados que permiten pensar en la generación de patentes y de sistemas de trapeo basados en infoquímicos para la captura de melolontidos, con fines tanto de manejo como de conservación.

#### AGRADECIMIENTOS

A la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Benemérita Universidad Autónoma de



Puebla (BUAP) VIEP, BUAP por el apoyo al proyecto ROLA-NAT151: “Búsqueda de microorganismos con potencial para la producción de atrayentes sexuales, presentes en el aparato reproductor de hembras de coleópteros Melolonthidae”. Al Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional, al Instituto de Ecología A.C., a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la BUAP, CEPROBI, INECOL, UNAM y BUAP por ser instituciones que en estos 10 años han permitido los innumerables intentos de consolidar a la CQS y CQA en México. A todos aquellos profesionales que en esta década han apoyado la causa, principalmente Francisco Javier Villalobos, René Arzuffi, Agustín Aragón, Jorge Valdez y Miguel Angel Morón.

#### LITERATURA CITADA

- Adler, V.E. & M. Jacobson. 1971. Electroantennogram responses of adult male and female Japanese beetles to their extracts. *Journal of Economical Entomology*, 64(6): 1561-1562.
- Agelopoulos, N.G., A.M. Hooper, S.P. Maniar, J.A. Pickett & L.J. Wadhams. 1999. A novel approach for isolation of volatile chemicals released by individual leaves of a plant *in situ*. *Journal of Chemical Ecology*, 25(6): 1411-1425.
- Ahrens, D. & A.P. Vogler. 2008. Towards the phylogeny of chafers (Sericini): analysis of alignment-variable sequences and the evolution of segment numbers in the antennal club. *Molecular phylogenetics and Evolution*, 47(2): 783-798.
- Aragón, A., J.F. López-Olguín, A.M. Tapia, N. Bonilla y B.C. Pérez-Torres. 2002. Extractos vegetales, una alternativa para el control de plagas del amaranto *Amaranthus hypochondriacus* L. Métodos para la Generación de Tecnología Agrícola de Punta. Publicación especial de la BUAP, Pue. México.
- Aragón, A., G. Lugo-García, A.R. Olivas, P.C. Álvarez, J.R.V. Cota y M.A. Morón. 2010. Huéspedes vegetales de adultos de Coleoptera Scarabaeoidea en el Valle del Carrizo, Sinaloa, México. *Southwestern Entomologist*, 35(1): 99-108.
- Arce-Peréz, R. y Morón, M.A. 1999. El ciclo de vida de *Paragymnetis flavomarginata sallei* Schaum, 1849 (Coleoptera: Melolonthidae: Cetoniinae), con observaciones sobre su biología. *Folia Entomológica Mexicana*, (105): 37-54.
- Arredondo-Bernal, H.C., J. Cibrián-Tovar & R.N. Williams. 1995. Responses of *Macrodactylus* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae) and other insects to food attractant in Tlaxcala and Jalisco, Mexico. *Florida Entomologist* 78(1): 56-61.
- Benítez-Herrera, L.N., I. Martínez y A.A. Romero-López. 2015. Anatomía del aparato reproductor de hembras y machos de *Macrodactylus mexicanus* y posible participación en su comunicación química sexual. *Southwestern Entomologist*, 40(1): 189-198.
- Blossey, B. & T.R. Hunt-Joshi. 2003. Belowground herbivory by insects: influence on plants and aboveground herbivores. *Annual Review of Entomology*, 48: 521-547.
- Carrillo-Ruiz, H. & M.A. Morón. 2006. Study on the phylogenetic relationships of the Hopliids (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 108(3): 619-638.
- Chapman, R.B. 1975. Field assessment of a sex attractant for control of grass grub, *Costelytra zealandica* (White). Thesis for the degree of M. Agr. Sc. University of Canterbury, Lincoln College. New Zealand.
- Cherman, M.A. y M.A. Morón. 2014. Validación de la familia Melolonthidae Leach, 1819 (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s), 30(1): 201-220.
- Dicke, M. & M.W. Sabelis. 1988. Infochemical terminology: based on cost-benefit analysis rather than origin of compounds? *Functional Ecology*, 2(2): 131-139.
- Dickschat, J. S., I. Wagner-Döbler & S. Schulz. 2005. The chafer pheromone buibuilactone and ant pyrazines are also produced by marine bacteria. *Journal of Chemical Ecology*, 31(4): 925-947.
- Domek, J.M. & D.T. Johnson. 1988. Demonstration of semiochemically induced aggregation in the Green June beetle, *Cotinis nitida* (L.) (Coleoptera: Scarabaeidae). *Environmental Entomology*, 17(2): 147-149.
- Dudareva, N., E. Pichersky & J. Gershenzon. 2004. Biochemistry of plant volatiles. *Plant Physiology*, 135(4): 1893-1902.
- Eberhard, W.G. 1993. Copulatory courtship and morphology of genitalic coupling in seven *Phyllophaga* species (Coleoptera: Melolonthidae). *Journal of Natural History*, 27(3): 683-717.
- Effmert, U., J. Große, U.S. Röse, F. Ehrig, R. Kägi & B. Piechulla. 2005. Volatile composition, emission pattern, and localization of floral scent emission in *Mirabilis jalapa* (Nyctaginaceae). *American Journal of Botany*, 92(1): 2-12.
- Eilers, E. J., G. Talarico, B.S. Hansson, M. Hilker & A. Reinecke. 2012. Sensing the underground—ultrastructure and function of sensory organs in root-feeding *Melolontha melolontha* (Coleoptera: Scarabaeinae) larvae. *PloS one*, 7(7), e41357.
- Facundo, H.T., C.E. Linn Jr., M.G. Villani & W.L. Roelofs. 1999. Emergence, mating and postmating behaviors of the oriental beetle (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Insect Behavior*, 12(2): 175-192.
- Falach, L., M. Cojocar & A. Shani. 2003. Evidence for a short-range sex pheromone in female *Maladera matrida* beetle. *Journal of Chemical Ecology*, 29(3): 603-613.
- Glas, J.J., B.C. Schimmel, J.M. Alba, R. Escobar-Bravo, R.C. Schuurink & M.R. Kant. 2012. Plant glandular trichomes as targets for breeding or engineering of resistance to herbivores. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(12): 17077-17103.

- Guppy, J.C. 1982. Effects of temperature and light intensity on nocturnal activity patterns of the Northern june beetle, *Phyllophaga fusca* and the common june beetle, *P. anxia* (Coleoptera: Scarabaeidae). *The Canadian Entomologist*, 114(12): 1151-1157.
- Hansson, B., M.C. Larsson, & W.S. Leal. 1999. Green leaf volatile-detecting olfactory receptor neurones display very high sensitivity and specificity in a scarab beetle. *Physiological Entomology*, 24(2): 121-126.
- Harari, A.R., D. Ben-Yakir & D. Rosen. 1994. Mechanism of aggregation behavior in *Maladera matrida* Argaman (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Chemical Ecology*, 20(2): 361-371.
- Heath, J.J., R.N. Williams & P.L. Phelan. 2001. High light intensity: a critical factor in the wind-tunnel flight of two scarabs, the rose chafer and Japanese beetle. *Journal of Chemical Ecology*, 27(3): 419-429.
- Henzell, R.F. 1970. Phenol, an attractant for the male grass grub beetle *Costelytra zealandica* (White) (Scarabaeidae: Coleoptera). *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 13(2): 294-296.
- Hoyt, C.P., G.O. Osborne & A.P. Mulcock. 1971. Production of an insect sex attractant by simbiotic bacteria. *Nature*, (230): 472-473.
- Ibañez, E. C., S.R. Navarro, L.D.C.S. Pérez, A.H. Partida & J.E.B. Florido. 2015. Actividad insecticida *in vitro* de extracto crudo de *Beauveria bassiana* (Bálsamo) Vuillemin sobre larvas de *Phyllophaga* spp. (Harris). *Revista de Protección Vegetal*, 29(3), 226.
- Imai, T., M. Maekawa, S. Tsuchiya & T. Fujimori. 1998. Field attraction of *Hoplia communis* to 2-phenylethanol, a major volatile component from host flowers, *Rosa* spp. *Journal of Chemical Ecology*, 24(7): 1491-1499.
- Kim, J.Y. & W.S. Leal. 1999. Eversible pheromone gland in a melolonthinae beetle, *Holotrichia parallela*. *Journal of Chemical Ecology*, 25(4): 825-833.
- Kim, J.Y. & W.S. Leal. 2000. Ultrastructure of pheromone-detecting sensillum placodeum of the Japanese beetle, *Popillia japonica* Newmann (Coleoptera: Scarabaeidae). *Arthropod structure & development*, 29(2), 121-128.
- Klostermeyer, L. E. 1985. Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) traps: comparison of commercial and homemade traps. *Journal of Economic Entomology*, 78(2), 454-459.
- Ladd, T.L. Jr. & T.P. McGovern. 1980. Japanese beetle: a superior attractant, phenethyl propionate + eugenol + geraniol 3:7:3. *Journal of Economic Entomology*, 73(5): 689-91.
- Larsson, M. C., Leal, W. S. & Hansson, B. S. 1999. Olfactory receptor neurons specific to chiral sex pheromone components in male and female *Anomala cuprea* beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Comparative Physiology A*, 184(4): 353-359.
- Larsson, M.C., W.S. Leal & B.S. Hansson. 2001. Olfactory receptor neurons detecting plant odours and male volatiles in *Anomala cuprea* beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Insect Physiology*, 47(9): 1065-1076.
- Leal, W.S. 1998. Chemical ecology of phytophagous scarab beetles. *Annual Reviews of Entomology*, 43(1): 39-61.
- Leal, W.S. 2001. Molecules and macromolecules involved in chemical communication of scarab beetles. *Pure Applied Chemistry*, 73(3): 613-616.
- Leal, W.S. & F. Mochizuki. 1993. Sex pheromone reception in the scarab beetle *Anomala cuprea*. *Naturwissenschaftler*, (80): 278-281.
- Leal, W.S., F. Mochizuki, S. Wakamura & T. Yasuda. 1992. Electroantennographic detection of *Anomala cuprea* Hope (Coleoptera: Scarabaeidae) sex pheromone. *Applied Entomology and Zoology*, 27(2): 289-291.
- Leal, W.S., M. Sawada, S. Matsuyama, Y. Kuwahara & M. Hasegawa. 1993. Unusual periodicity of sex pheromone production in the large black chafer *Holotrichia parallela*. *Journal of Chemical Ecology*, 19(7): 1381-1391.
- Leal, W.S., M. Hasegawa, M. Sawada, M. Ono & Y. Ueda. 1994. Identification and field evaluation of *Anomala octiescostata* (Coleoptera: Scarabaeidae) sex pheromone. *Journal of Chemical Ecology*, 20(7): 1643-1655.
- Leal, W.S., P.H.G. Zarbin, H. Wojtasek, S. Kuwahara, M. Hasegawa & Y. Ueda. 1997. Medicinal alkaloid as a sex pheromone. *Nature*, (385): 213.
- Loughrin, J.H., D.A. Potter & T.R. Hamilton-Kemp. 1995. Volatile compounds induced by herbivory act as aggregation kairomones for the Japanese beetle (*Popillia japonica* Newman). *Journal of Chemical Ecology*, 21(10): 1457-1467.
- Maibèche-Coisne, M., A.A. Nikonov, Y. Ishida, E. Jacquin-Joly & W.S. Leal. 2004. Pheromone anosmia in a scarab beetle induced by *in vivo* inhibition of a pheromone-degrading enzyme. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(31): 11459-11464.
- Marín-Loaiza, J.C. y C.L. Céspedes. 2007. Compuestos volátiles de plantas. Origen, emisión, efectos, análisis y aplicaciones al agro. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 30(4): 327-351.
- Martínez-Bonilla, O.K., A.A. Romero-López y S. Galicia-Isasmendi. 2014. "Cuerpos de seta" en el sistema olfativo de *Macrodactylus nigripes* (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae). *Entomología mexicana*, 13(1): 536-540.
- Martínez-Bonilla, O.K., A.A. Romero-López y L.N. Benítez-Herrera. 2015. Morfometría corporal y antenal de *Macrodactylus mexicanus* y *Macrodactylus nigripes* (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae) y descripción de sus sensilas lamelares. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Entomología* (nueva serie), número especial (1):81-87.
- McNeil, J.N. 1991. Behavioral ecology of pheromone-

- mediated communication in moths and its importance in the use of pheromone traps. *Annual Review of Entomology*, 36: 407-430.
- Meinecke, C.C. 1975. Riechsensillen und Systematik der Lamellicornia (Insecta, Coleoptera). *Zoomorphologie* (Springer-Verlag), 82(1): 1-42.
- Méndez-Aguilar, M.J., A.E. Castro-Ramírez, J.C. Rojas y E. Huerta-Iwanga. 2008. Respuesta olfativa de larvas de *Phyllophaga ravidus* y *P. tumulosa* (Melolonthidae) a volátiles de raíces de cuatro plantas hospederas. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 24(1): 115-128.
- Morón, M.A. 1986. El género *Phyllophaga* en México (Insecta: Coleoptera). Morfología, distribución y sistemática supraespecífica. Publicación 20. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, México.
- Morón, M.A., S. Hernández-Rodríguez y A. Ramírez-Campos. 1996. El complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) asociado con la caña de azúcar en Nayarit, México. *Folia Entomológica Mexicana*, (98): 1-44.
- Morón, M.A., G. Nogueira, C.V. Rojas-Gómez y R. Arce-Pérez. 2014. Biodiversidad de Melolonthidae (Coleoptera) en México. *Revista mexicana de Biodiversidad*, (85): 298-302.
- Morón, M.A. 1997. Antecedentes (pp. 1-8). In: Morón, M.A., B.C. Ratcliffe y C. Deloya (Eds.). Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia. Vol. I. Familia Melolonthidae. Rutelinae, Dynastinae, Cetoniinae, Trichiinae, Valginae y Melolonthinae. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Sociedad Mexicana de Entomología (SME), México.
- Nojima, S., P.S. Robbins, G.A. Salsbury, B.D. Morris, W.L. Roelofs & M.G. Villani. 2003. L-leucine methyl ester: the female-produced sex pheromone of the scarab beetle *Phyllophaga lanceolata*. *Journal of Chemical Ecology*, 29(11): 2439-2446.
- Ochieng, S.A., P.S. Robbins, W.L. Roelofs & T.C. Baker. 2002. Sex pheromone reception in the scarab beetle *Phyllophaga anxia* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 95(1): 97-102.
- Oehlschlager, A.C., W.S. Leal, L. González, M. Chacón & R. Andrade. 2003. Trapping of *Phyllophaga elenans* with a female-produced pheromone. *Journal of Chemical Ecology*, 29(1): 27-36.
- Oliveira, L.J. & M.A. García. 2003. Flight, feeding and reproductive behavior of *Phyllophaga cuyabana* (Moser) (Coleoptera: Melolonthidae) adults. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 38(2): 179-186.
- Osborne, G.O. & J.F. Boyd. 1974. Chemical attractants for larvae of *Costelytra zealandica* (Coleoptera: Scarabaeidae). *New Zealand Journal of Zoology*, 1(3): 371-374.
- Peñuelas, J. & J. Llusià. 2003. BVOCs: plant defense against climate warming? *Trends in Plant Science*, 8(3): 105-109.
- Pichersky, E. & J. Gershenzon. 2002. The formation and function of plant volatiles: perfumes for pollinator attraction and defense. *Current Opinion in Plant Biology*, 5(3): 237-243.
- Potter, D. A. 1980. Flight activity and sex attraction of northern and southern masked chafers in Kentucky turfgrass. *Annals of the Entomological Society of America*, 73(4): 414-417.
- Reinecke, A., J. Ruther & M. Hilker. 2002. The scent of food and defence: green leaf volatiles and toluquinone as sex attractant mediate mate finding in the European cockchafer *Melolontha melolontha*. *Ecology Letters*, 5(2): 257-263.
- Reinecke, A., J. Ruther, C.J. Mayer & M. Hilker. 2006. Optimized trap lure for male *Melolontha* cockchafers. *Journal of Applied Entomology*, 130(3): 171-176.
- Robbins, P.S., R.L. Crocker, S. Nojima, B.D. Morris, W.L. Roelofs & M.G. Villani. 2003. Methyl 2-(methylthiol) benzoate: the unique sulfur-containing sex pheromone of *Phyllophaga crinita*. *Naturwissenschaften*, 90(11): 517-520.
- Robbins, P.S., S.R. Alm, C.D. Armstrong, A.L. Averill, T.C. Baker, R.J. Bauernfiend, F.P. Baxendale, S.K. Braman, R.L. Brandenburg, D.B. Cash, G.J. Couch, R.S. Cowles, R.L. Crocker, Z.D. DeLamar, T.G. Dittl, S.M. Fitzpatrick, K.L. Flanders, T. Forgatsch, T.J. Gibb, B.D. Gill, D.O. Gilrein, C.S. Gorsuch, A.M. Hammond, P.D. Hastings, D.W. Held, P.R. Heller, R.T. Hiskes, J.L. Holliman, W.G. Hudson, M.G. Klein, V.L. Kruschik, D.J. Lee, C.E. Linn Jr., N.J. Luce, K.E. MacKenzie, C.M. Mannion, S. Polavarapu, D.A. Potter, W.L. Roelofs, B.M. Royals, G.A. Salsbury, N.M. Schiff, D.J. Shetlar, M. Skinner, B.L. Sparks, J.A. Sutschek, T.P. Sutschek, S.R. Swier, M.M. Sylvia, N.J. Vickers, P.J. Vittum, R.B. Weidman, D.C. Weber, R.C. Williamson & M.G. Villani. 2006. Trapping *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthinae) with sex attractants in the United States and Canada. *Journal of Insect Science*, 6(39): 1-124.
- Rodríguez, R., & R. Redman. 2008. More than 400 million years of evolution and some plants still can't make it on their own: plant stress tolerance via fungal symbiosis. *Journal of Experimental Botany*, 59(5): 1109-1114.
- Roelofs, W.L. 1979. Electroantennograms. *Chemtech*, (9): 222-227.
- Romero-López, A.A. 2012. Uso de feromonas sexuales para el conocimiento y manejo de los "ensambles gallina ciega" en México. *Interciencia*, 37(7): 559-564.
- Romero-López, A.A. y R. Arzuffi. 2010. Evidencias sobre la producción y liberación de compuestos bioactivos de la feromona sexual de un melolontido mexicano. (pp. 204-222). In: Rodríguez del Bosque, L.A. y M.A. Morón (Eds.). *Ecología y control de plagas edafícolas*. Publicación especial del Instituto de Ecología A.C., Xalapa, México.



- Romero-López, A.A. & M.A. Morón. 2013. Sexual dimorphism in antennae of Mexican species of *Phyllophaga* (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae). (pp. 17-34). In: Moriyama, H. (Ed.). *Sexual Dimorphism*. In Tech Publisher, Croatia.
- Romero-López, A.A., R. Arzuffi, F.J. Villalobos y M.A. Morón. 2003. Comportamiento sexual de *Phyllophaga obsoleta* (Coleoptera: Melolonthidae). *Entomología mexicana*, 2: 197-202.
- Romero-López, A.A., R. Arzuffi, J. Valdez, M.A. Morón, F.J. Villalobos & V. Castrejón-Gómez. 2004. Sensory organs in the antennae of *Phyllophaga obsoleta* Blanchard (Coleoptera: Melolonthidae). *Annals of Entomological Society of America*, 97(6): 1306-1312.
- Romero-López, A.A., R. Arzuffi y M.A. Morón. 2005a. Feromonas y atrayentes sexuales en los Coleoptera Melolonthidae de importancia agrícola. *Folia Entomológica Mexicana*, 44(2): 233-245.
- Romero-López, A.A., R. Arzuffi y N. Robledo. 2005b. Compuestos bioactivos contenidos dentro de la cámara genital eversible de *Phyllophaga obsoleta*. *Revista Latinoamericana de Química*, 33(1): 30-39.
- Romero-López, A.A., A. Aragón y R. Arzuffi. 2007. Estudio comparativo del comportamiento sexual de cuatro especies de *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae). *Entomología mexicana*, 6: 275-281.
- Romero-López, A.A., R. Arzuffi, J. Valdez y M.A. Morón. 2009. Morfología y protrusión-retracción de la cámara genital femenina de *Phyllophaga obsoleta* (Coleoptera: Melolonthidae). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 25(2): 315-321.
- Romero-López, A.A., I. Martínez M. & M.A. Morón. 2010a. Morphology of the genital chamber and accessory glands of *Phyllophaga opaca* Moser (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae) females. *World Journal of Zoology*, 5(3): 210-216.
- Romero-López, A.A., M.A. Morón & J. Valdez. 2010b. Sexual dimorphism in antennal receptors of *Phyllophaga ravidula* Blanchard (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae). *Neotropical Entomology*, 39(6): 957-966.
- Romero-López, A.A., R. Arzuffi, J. Valdez, E. Sánchez-Espindola & M.A. Morón. 2011. Tissues involved in sex pheromone production in *Phyllophaga obsoleta* (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae). *Annals of Entomological Society of America*, 104(5): 960-965.
- Romero-López, A.A., H. Carrillo-Ruiz & M.A. Morón. 2013. Morphological diversity of antennal sensilla in Hopliinae (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae). *Academic Journal of Entomology*, 6(1): 20-26.
- Romero-López, A.A. y L.N. Benítez-Herrera. 2014. Dimorfismo sexual en “melolontidos” (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae) con mazas antenales mayores en machos que en hembras. *Entomología Mexicana* 13(2): 380-386.
- Romero-López, A.A., G. Lugo-García y G. Yanez-Gómez. 2016a. *Esquema general de liberación y recepción de infoquímicos en dos “melolontidos” (Coleoptera: Melolonthidae) de Sinaloa, México*. In: Lugo-García, G.A., Aragón, A. y M.A. Morón (Eds.). X Mesa Redonda de plagas del suelo (Aceptado).
- Romero-López, A.A., M. Rosete-Enríquez, F.J. Pérez-Estrada, M.R. Trujillo-Vélez y A. Sánchez-Cruz. 2016b. Microorganismos alojados en el interior del aparato reproductor de coleópteros Melolonthidae como potenciales productores de atrayentes sexuales. In: Lugo-García, G.A., Aragón, A. y M.A. Morón (Eds.). X Mesa Redonda de plagas del suelo (Aceptado).
- Ruther, J., A. Reinecke, K. Thiemann, T. Tolasch, W. Francke & M. Hilker. 2000. Mate finding in the forest cockchafer *Melolontha hippocastani*, mediated by volatiles from plants and females. *Physiological Entomology*, 25(2): 172-179.
- Ruther, J., A. Reinecke & M. Hilker. 2002. Plant volatiles in the sexual communication of *Melolontha hippocastani*: response towards time dependent bouquets and novel function of (Z)-3-hexen-1-ol as a sexual kairomone. *Ecological Entomology*, 27(1): 76-83.
- Salamanca, C., M.C. Jaramillo, G.J. Arango, M.E. Londoño, J.A. Tobón y A. Henao. 2001. Evaluación de la actividad biológica de extractos vegetales sobre *Phyllophaga obsoleta* Blanchard (Col: Melolonthidae). *Actualidades Biológicas*, 23(75), 5-11.
- Sánchez-Ororio, I., R. Tapias, I. Domínguez y G. López. 2007. Caracterización de la respuesta electroantenográfica de *Cerambyx welensii* Küster y *Prinobius germari* Dejean (Coleoptera: Cerambycidae). *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 16(1): 95-106.
- Subaharan, K., A.R.V. Kumar & P. Ganiger. 2013. Electrophysiological responses of chafer beetle, *Holotrichia serrata* (F.) (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 12(2): 155-159.
- Switzer, P.V., P.S. Forsythe, K. Escajeda & K.C. Kruse. 2004. Effects of environmental and social conditions on homosexual pairing in the Japanese beetle (*Popillia japonica* Newman). *Journal of Insect Behavior*, 17(1): 1-16.
- Tada, S. & W.S. Leal. 1997. Localization and morphology of the sex pheromone glands in scarab beetles (Coleoptera: Rutelinae, Melolonthinae). *Journal of Chemical Ecology*, 23: 903-915.
- Teetes, G.L., L.J. Wade, R.C. McIntyre & C.A. Schaefer. 1976. Distribution and seasonal biology of *Phyllophaga crinita* in the Texas high plains. *Journal of Economical Entomology*, 69(1): 59-63.
- Vargas, E. y G. Abarca. 1998. Relación entre el estrés y las bacterias entomopatógenas *Pantoea* (*Erwinia*) *agglomerans* (herbicola) y *Bacillus cereus* en jobotos (Coleoptera: Melolonthidae) (*Phyllophaga* spp., *Anomala* spp. y *Cyclocephala* spp.). *Costa Rica*.

- Agronomía Mesoamericana*, (9): 25-30.
- Vaughn, S.F. 2001. Plant volatiles. *Encyclopedia of Life Sciences*. Nature Publishing Group, McMillan Publishers Ltd. England.
- Villalobos, F. J. 1990. Observaciones sobre la cópula de *Phyllophaga vetula* (Horn) (Coleoptera: Melolonthidae) del bosque de Chapultepec. Memorias del XXV Congreso Nacional de Entomología. Oaxaca, México. Sociedad Mexicana de Entomología.
- Visser, J.H. 1986. Host odour perception in phytophagous insects. *Annual Review of Entomology*, 31(1): 121-144.
- Visser, J.H. & R. De Jong. 1988. Olfactory coding in the perception of semiochemicals. *Journal of Chemical Ecology*, 14(11): 2005-2017.
- Wadhams, L.J. 1992. The perception of semiochemicals. (pp. 152-162). In: Crampton, J.M. & I. Eggleston (Eds). *Insect Molecular Science. Proceedings 16th Symposium of the Royal Entomological Society London*. Academic Press, London.
- Wagner, G. J. 1991. Secreting glandular trichomes: more than just hairs. *Plant Physiology*, 96(3): 675-679.
- Ward, A., C. Moore, V. Anitha, J. Wightman & D.J. Rogers. 2002. Identification of the sex pheromone of *Holotrichia reynaudi*. *Journal of Chemical Ecology*, 28(3): 515-522.
- Weissteiner, S. & S. Schütz. 2006. Are different volatile pattern influencing host plant choice of belowground living insects? *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie*, (15): 51-55.
- Weissteiner, S., W. Huetteroth, M. Kollmann, B. Weißbecker, R. Romani, J. Schachtner & S. Schütz. 2012. Cockchafer larvae smell host root scents in soil. *PloS one*, 7(10): e45827.
- Williams, R.N., D.S. Fickle & T.P. McGovern. 1993. Attractants for the rose chafer, *Macrodactylus subspinosus* (F.), containing alpha-ionone. United States Department of Agriculture, Patent 5,202,124.
- Williams, R.N., D.S. Fickle, T.P. McGovern & M.G. Klein. 2000. Development of an attractant for the scarab pest *Macrodactylus subspinosus* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Economic Entomology*, 93(5): 480-1484.
- Yarden, G. & A. Shani. 1994. Evidence for volatile chemical attractants in the beetle *Maladera matrida* Argman (Coleoptera: Melolonthidae). *Journal of Chemical Ecology*, 20(10): 2673-2685.
- Yarden, G., A. Shani & W.S. Leal. 1996. (Z, E)- $\alpha$ -Farnesene-An electroantennogram-active component of *Maladera matrida* volatiles. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 4(3): 283-287.
- Zarbin, P. H., W.S. Leal, W. S., C.J. Ávila & L.J. Oliveira. 2007. Identification of the sex pheromone of *Phyllophaga cuyabana* (Coleoptera: Melolonthidae). *Tetrahedron Letters*, 48(11): 1991-1992.
- Zhang, A., H.T. Facundo, P.S. Robbins, C.E. Linn Jr., J.L. Hanula, M.G. Villani & W.L. Roelofs. 1994. Identification and synthesis of female sex pheromone of oriental beetle, *Anomala orientalis* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Chemical Ecology*, 20(9): 2415-2427.
- Zhang, A., P.S. Robbins, W.S. Leal, C.E. Linn Jr., M.G. Villani & W.L. Roelofs. 1997. Essential amino acid methyl esters: major sex pheromone components of the cranberry white grub, *Phyllophaga anxia* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Chemical Ecology*, 23(1): 231-245.

Recibido: 18 de junio 2015

Aceptado: 21 de junio 2016





## NORMAS EDITORIALES

DUGESIANA surge con la finalidad de difundir los estudios entomológicos generados en diferentes instituciones tanto nacionales como del extranjero. Está dirigida a cualquier persona interesada en el área. Se aceptan contribuciones relacionadas con Arachnida, Diplopoda, Paurópoda, Symphyla, Chilópoda e Insecta (*sensu lato*).

Los trabajos recibidos para su publicación son sometidos a arbitraje por dos especialistas, por ello es importante que para la elaboración del manuscrito considere lo siguiente:

1. El manuscrito en word debe presentarse a doble espacio, sin anotaciones entre líneas, con márgenes de 2.5 cm en cada lado, numerando todas las páginas en forma consecutiva. **IMPORTANTE: no debe llevar formato especial.** Debe estar escrito en letra times new roman a 12 puntos. Los *nombres científicos, título de libro, título de tesis y revistas*, deben escribirse en cursivas.
2. La primera página debe incluir el título en la parte superior escrito en mayúsculas. Dos espacios abajo y al centro de la hoja, el nombre completo del (los) autor (es) escrito con mayúsculas y minúsculas, seguido de su (s) dirección (es) adecuadamente relacionada con asteriscos. Los créditos a proyectos, programas, becas u otros datos pertinentes al trabajo o al (los) autor (es) deben incorporarse en la sección de agradecimientos.
3. Las figuras, cuadros (no tablas), mapas o fotografías serán presentadas por separado del texto, así como de sus pies de ilustración o encabezados.
4. El texto de un artículo de investigación deberá incluir los siguientes puntos escritos con mayúsculas: resumen, abstract (inglés), introducción, material y métodos, resultados, discusión, conclusiones, agradecimientos y literatura citada. Se aceptan artículos en español, inglés y portugués.
5. La literatura citada debe incluirse en orden alfabético, sin numeración y cuando se mencionen varios artículos del mismo autor, éstos se presentarán en orden alfabético y cronológico. Cada una de las referencias incluirá los datos en el orden siguiente:

### Libros:

Morón, M.A., B.C. Rattcliffe y C. Deloya. 1997. *Atlas de escarabajos de México: Coleoptera: Lamellicornia, Vol. I Familia Melolonthidae*. CONABIO-SME, México.

### Artículos:

Flint, O.S. Jr. 1965. The genus *Neohermes* (Megaloptera: Corydalidae). *Psyche*, 72: 255-263. El nombre de la revista debe escribirse completo.

### Tesis:

Contreras-Ramos, A. 1990. *The immature stages of Platyneuromus (Corydalidae) with a key to the genera of larval Megaloptera of Mexico*. M. Sc. Thesis, University of Alabama, Tuscaloosa.

### Capítulos de libro:

Edmunds, G.F. and D. Waltz. 1995. Ephemeroptera. (pp. 126-163). In: Merritt, R.W. and K.W. Cummins (Eds.). *An Intro-*

*duction to the Aquatic Insects of North America*. Kendall-Hunt, Dubuque.

Para el caso particular de Folia Entomológica Mexicana, Acta Zoológica Mexicana y en general para aquellas publicaciones que indican sólo el número (excluyendo el volumen), coloque el número de la revista entre paréntesis como se menciona en el siguiente ejemplo:

Huerta, C. y G. Halfiter. 2000. Factores involucrados en el comportamiento subsocial de *Copris* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana*, (108): 95-120.

6. Los encabezados del texto de un ensayo quedan a juicio del autor pero deberán incluir: resumen, abstract (inglés), introducción, discusión, conclusiones y/o sugerencias, agradecimientos y literatura citada.

7. Las ilustraciones se presentarán en un formato TIFF o JPG como archivos independientes. La resolución de las figuras debe ser de al menos 300 dpi. En caso de existir varias figuras, es indispensable organizarlas en láminas. Se pueden enviar imágenes a color.

8. En las contribuciones para las secciones taxonomía y técnicas de estudio, los encabezados quedan a juicio del autor (es), pero es recomendable que estén acompañadas de ilustraciones. En estas secciones se incluyen aquellos trabajos de tipo catálogo, inventarios, descripción o redescritión de especies, claves, etc. Los manuscritos sobre grupos particulares (ejemplo, Odonata, Coleoptera, entre otros) deben mencionar aspectos sobre la biología del grupo, técnicas de estudio (en campo y gabinete), así como claves dicotómicas, mínimo para nivel familia. Se recomienda la inclusión de figuras en las claves, mismas que deben organizarse en láminas. Los trabajos deben ser originales y enfocarse principalmente a México o la región neotropical. Para los trabajos de taxonomía deben tomarse en cuenta las consideraciones del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica cuarta edición (1999).

9. Los trabajos para la sección entomofauna de México deben contener información biológica sobre una especie particular que es nativa o que su distribución abarca alguno de los estados de la República Mexicana. El título del trabajo debe ser el nombre científico de la especie en cuestión. Se debe incluir el autor y año de descripción. En el siguiente renglón mencionar los nombres comunes (si existen). Abajo y centrado escribir con mayúsculas el nombre de al menos dos categorías taxonómicas que permitan ubicarlo fácilmente. Separar cada categoría con dos puntos. Dos renglones abajo incluir la información de la especie. Es indispensable incluir un dibujo o fotografía de buena calidad. Enviar la ilustración en formato TIFF o JPG. El objetivo de este trabajo es dar a conocer información sobre la especie en cuestión. El contenido del trabajo debe contener información original.

### Ejemplo:

*Megasoma elephas elephas* Fabricius, 1775  
"Escarabajo elefante", "ronrón"  
COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE

10. Los nombres científicos que se incluyan en el texto deben escribirse con cursivas y la primera vez que se citen deben ir seguidos del autor(es) que describió (eron) la especie, así como el año (separado por una coma), incluso en el resumen y abstract.
11. Las reseñas bibliográficas deben iniciar con la referencia de la obra que se comenta. El texto debe iniciar con una breve descripción física de la obra y terminar con las indicaciones para la adquisición y costo de la misma. Al final del texto y hacia la izquierda poner el nombre del autor, seguido de la dirección.
12. En caso de que se desee ordenar sobretiros, el costo de los mismos será cubierto por el autor y estará en función del número de páginas de cada artículo. La solicitud de sobretiros se hará cuando se regresen al editor las pruebas de edición.

Cuando se ordenen, éstos serán entregados al autor después de la distribución de la revista y una vez que se haya cubierto la cuota correspondiente. Los costos de los sobretiros serán pagados al impresor.

13. Cualquier situación no considerada en estas normas ponerse en contacto con el editor para mayores detalles.

#### CUOTAS DE SUSCRIPCIÓN

Nacional: \$150.00 (Ciento cincuenta pesos 00/100 M.N.). Extranjero: Norteamérica, 15.00 dólares. Fuera de Norteamérica, 20.00 dólares. Incluye envío.

Editor: Dr. José Luis Navarrete-Heredia, Centro de Estudios en Zoología, Universidad de Guadalajara, Apdo. Postal 134, 45100, Zapopan, Jalisco; [glenusmx@gmail.com](mailto:glenusmx@gmail.com)